

**Mikrobiologische Belastung in Krankenfahrzeugen des
qualifizierten und nicht-qualifizierten
Krankentransports – Problemaufriss und Beurteilung
Pilotstudie**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

des Fachbereichs Medizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Erk, Georg Oliver

aus Lich

Gießen 2014

Aus dem Amt für Gesundheit Frankfurt am Main
und dem Institut für Hygiene- und Umweltmedizin
der Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH
Standort Gießen

Leiter: Prof. Dr. R. Gottschalk

Leiter: Prof. Dr. T. Eikmann

Gutachter: Prof. Dr. U. Heudorf

Gutachter: Prof. Dr. E. Domann

Tag der Disputation: 12.11.2014

Meinen Eltern und meiner Schwester gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	Epidemiologie von MRSA in medizinischen Einrichtungen.....	1
1.2	Epidemiologie anderer MRE	3
1.3	Qualifizierter und nicht-qualifizierter Krankentransport.....	3
1.3.1	Qualifizierter Krankentransport	3
1.3.2	Nicht-qualifizierter Krankentransport.....	6
1.4	Problematik und Gesetzgebung	7
2	ZIEL DER ARBEIT	10
3	MATERIAL UND METHODEN	11
3.1	Untersuchungsplan	11
3.2	Reagenzien und Materialien	14
3.3	Methodik.....	15
3.3.1	Durchführung der Probennahme.....	15
3.3.2	Weiterverarbeitung im Hygienelabor	16
3.3.3	Prätest zur Verifizierung der Methode.....	16
3.3.4	Auswertung	17
3.3.5	Weitergehende Untersuchung durch Vitek 2.....	17
3.4	Statistische Auswertung und graphische Darstellung.....	18
4	ERGEBNISSE	20
4.1	Kontaminationsstatus von Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports.....	20

4.1.1	Mikrokokken.....	20
4.1.2	Sporenbildner.....	22
4.1.3	Multiresistente Erreger.....	23
4.2	Vergleich der drei nicht-qualifizierten Krankentransporte.....	24
4.2.1	Mikrokokkenbelastung	24
4.2.2	Sporenbildnerbelastung.....	26
4.2.3	Multiresistente Erreger.....	27
4.3	Kontaminationsstatus von Fahrzeugen des gesamten qualifizierten Krankentransports.....	29
4.3.1	Mikrokokken.....	29
4.3.2	Sporenbildner.....	30
4.3.3	Multiresistente Erreger	31
4.4	Vergleich der fünf qualifizierten Krankentransporte.....	31
4.4.1	Mikrokokkenbelastung	31
4.4.2	Sporenbildnerbelastung.....	32
4.5	Vergleich des Kontaminationsstatus von vor und nach dem Patiententransport im qualifizierten Krankentransport.....	34
4.5.1	Mikrokokkenbelastung	34
4.5.2	Sporenbildnerbelastung.....	34
4.6	Vergleich des Kontaminationsstatus im qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransport	35
4.6.1	Mikrokokkenbelastung	35
4.6.2	Sporenbildnerbelastung.....	36
4.6.3	Vergleich der MRE-Belastung.....	37

5	DISKUSSION	39
5.1	Hygienestatus.....	39
5.2	Vergleich der Daten mit anderen Studien aus dem Krankentransport/Rettungswesen	40
5.3	Vergleich der Daten mit anderen Studien aus dem öffentlichen Nahverkehr	47
5.4	Schlussfolgerung.....	49
5.5	Limitierung der Arbeit	53
6	ZUSAMMENFASSUNG	54
7	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	57
8	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	59
9	TABELLENVERZEICHNIS	61
10	LITERATURVERZEICHNIS	62
11	ANHANG	72
12	PUBLIKATIONSVERZEICHNIS	78
13	ERKLÄRUNG ZUR DISSERTATION	79
14	DANKSAGUNG	80

1 Einleitung

Die hohe Prävalenz von Methicillin-resistenten-*Staphylococcus aureus* (MRSA) und anderen Multi-resistenten-Erregern (MRE) stellt insbesondere für hospitalisierte und multimorbide Patienten ein Risiko dar [30, 77, 87]. Nosokomiale Infektionen gehen generell mit einer hohen Morbidität einher, daher sind die Infektionsprävention sowie die konsequente Behandlung aufgetretener Infektionen von zentraler Bedeutung. [6, 12, 48, 51, 80]. Infektionen können aber auch bei Personen ohne Risikofaktoren auftreten [70] und zu einer Gefahr werden [62].

Zu den wichtigen MRE zählen MRSA, ESBL (Extended-Spectrum-Beta-Laktamase) und VRE (Vancomycin-resistente-Enterokokken). Diese Bakterien weisen Resistenzen gegen Antibiotika auf, die früher als First-Line-Therapeutika verwendet wurden. Darüber hinaus haben sie noch weitere Resistenzen gegen andere Antibiotika erworben. Bei den MRSA stagnierte die Entwicklung im Jahr 2010 und sinkt aktuell [45, 58] im stationären Versorgungsbereich. Im ambulanten Versorgungsbereich stagnieren die Werte momentan. Dennoch bleibt MRSA der häufigste MRE in deutschen Krankenhäusern mit einer Inzidenz von 5,2 pro 100.000 Einwohner im Jahr 2011 [70].

1.1 Epidemiologie von MRSA in medizinischen Einrichtungen

Im Jahr 2006 traten in Deutschland 400.000–600.000 nosokomiale Infektionen auf, davon waren rund 14.000 durch MRSA bedingt. Bei 10.000–15.000 Patienten war die nosokomiale Infektion die Todesursache [21]. 2010 starben in Deutschland geschätzte 421 Personen an einer MRSA-Infektion [22].

Im Vergleich dazu starben in England und Wales 2006 519 und 2010 82 Menschen ursächlich an MRSA [43].

Seit Juli 2009 sind MRSA in Blutkulturen und Liquor in Deutschland meldepflichtig [11]. Im Jahr 2012 wurde in 4456 Fällen eine invasive MRSA-Infektion an das Robert-Koch-Institut übermittelt, wobei die meisten Nachweise aus Blutkulturen stammten. Im Jahr 2011 wurden 4.216 entsprechende Fälle gemeldet. Im Jahr 2010 waren es noch 3.977 Fälle und 2009 sogar nur 1.716 Fälle gewesen [67, 71, 72, 73]. Die Zahl der

übermittelten Todesfälle aufgrund einer MRSA-Infektion sank im gleichen Zeitraum dagegen leicht.

Als problematisch wird vor allem der Anstieg der Resistenzen bewertet:

Laut einer Studie der Paul-Ehrlich-Gesellschaft (PEG) aus dem Jahr 2010 betrug der Anteil der multiresistenten Stämme bei *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) 16,7%. 1990 betrug dieser Anteil lediglich 1,1%. Danach nahm die Resistenzhäufigkeit auf 17,9% im Jahr 2001 und im Jahr 2004 zu [42]. Diese Zahlen betreffen den Hospitalbereich.

Im ambulanten Bereich waren laut der Paul-Ehrlich-Gesellschaft 10,5% der eingesendeten *S. aureus*-Isolate multiresistent. Die molekulare Typisierung identifizierte die meisten Isolate als Klinik-assoziierte MRSA [41].

In einer Studie in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift von 2008 betrug die Prävalenz von MRSA in medizinischen Einrichtungen im Durchschnitt 2,5%.

In den Krankenhäusern lag sie bei 3,4%, in Altenheimen bei 2,3% und in Rehabilitationskliniken bei 1,2%. Der Anteil von MRSA an den *S. aureus*-Isolaten betrug 8,5% [93].

In einer vergleichbaren Querschnittstudie aus dem Jahr 1999 wurde im Raum Frankfurt am Main bei 4,8% der Patienten einer geriatrischen Rehabilitationsklinik und bei 2,2% der Bewohner von Alten- und Pflegeheimen ein MRSA nachgewiesen. Nachweise beim Pflegepersonal fanden sich nicht [32].

In einer Studie aus den USA wurden 47,6% der Krankenwagen positiv auf MRSA getestet [74]. In einer weiteren Studie betrug die MRSA-Kontamination in den untersuchten Krankenwagen 49% [9]. Im Vergleich dazu zeigte eine Studie aus Deutschland bei 9% der untersuchten qualifizierten Krankentransporte eine MRSA-Kontamination [16].

In Ambulanzflügen fanden sich bei 103 untersuchten Patienten drei MRSA-Nachweise [19].

1.2 Epidemiologie anderer MRE

Als weiterer bedeutender Vertreter der MRE gelten VRE. Der Anteil der resistenten Enterokokken-Isolate betrug 2007 in Deutschland 10,8% [40]. Von 301 getesteten *Enterococcus faecium*-Isolaten waren 12,6% im Jahr 2010 Vancomycin-resistent [42].

Daten des Nationalen Referenzzentrums für Surveillance von nosokomialen Infektionen aus dem Jahr 2012 zeigten eine VRE-Inzidenz von 0,03 pro 100 Patienten [55].

Von 2001–2008 registrierte das Robert-Koch-Institut (RKI) im Mittel 172 VRE- Isolate pro Jahr in deutschen Krankenhäusern – in Griechenland lagen die Werte bei durchschnittlich 230 und in den Niederlanden bei 201 [69]

Nach Gastmeier et al. starben in Deutschland 2010 256 von 2.097 Patienten mit einer ESBL-*Escherichia coli*-Blutstrominfektion[22].

Laut ARS (Antibiotika Resistenz Surveillance in Deutschland) nahm der Anteil der Blutkulturen mit ESBL-*Escherichia coli* zwischen 2008 und 2011 von 8,1 auf 10,3% zu. Die Resistenzrate von *Klebsiella pneumoniae* lag bei Nachweisen aus Blutkulturen sogar bei 12,6% [58].

In einer Studie der Paul-Ehrlich-Gesellschaft aus dem Jahr 2010 wurden bei 17,4% der untersuchten *Escherichia coli*-Isolate aus dem Hospitalbereich Resistenzen festgestellt [42]. 2004 betrugen die Anteile im Hospitalbereich noch 5,1% und 2007 10,3% [40]. Im ambulanten Bereich fanden sich bei 8,6% der Isolate Resistenzen [41].

1.3 Qualifizierter und nicht-qualifizierter Krankentransport

Krankentransport und Rettungsdienst stehen an der Schnittstelle zwischen stationärer und ambulanter oder auch zwischen stationärer und nicht-stationärer Krankenversorgung. Neben dem qualifizierten Krankentransport (Rettungsdienst) werden Patiententransporte häufig durch den nicht-qualifizierten Krankentransport abgedeckt.

1.3.1 Qualifizierter Krankentransport

Unter dem Begriff „qualifizierter Krankentransport“ versteht man z.B. den Rettungsdienst oder den Intensivtransport. Ein qualifizierter Krankentransport ist erforderlich,

wenn Personen während des Transportes aufgrund ihres Gesundheitszustandes medizinisch fachgerechte Betreuung durch einen Arzt oder nicht-ärztliches Hilfspersonal (z.B. Rettungssanitäter oder Rettungsassistent) sowie eine besondere Ausstattung des Transportfahrzeugs benötigen (siehe Abb. 1). Entsprechend sind die Fahrzeuge mit Sonderanlagen und Geräten zur Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen ausgestattet [18].

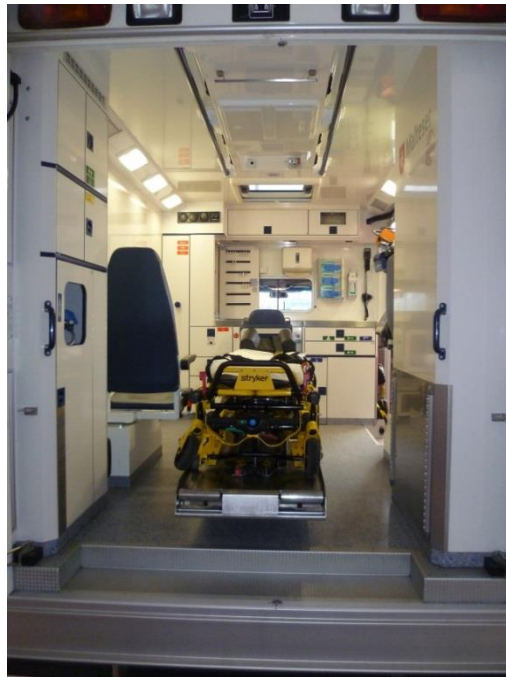


Abb. 1: Repräsentative Ansicht des Interieurs eines Krankentransportwagens des qualifizierten Krankentransports (eigene Quelle)

Die Entscheidung des Arztes zwischen den verschiedenen Transportmöglichkeiten ist abhängig vom Vorhandensein eines eventuellen medizinischen Interventionsbedarfs und von der Infektionsgefährdung für und durch den Patienten.

Der qualifizierte Krankentransport unterliegt als Bestandteil des Gesundheitssystems dem jeweiligen Landesrecht.

Die Rettungsdienstgesetze der Länder für den qualifizierten Krankentransport legen insbesondere die Hygienemaßnahmen sowie die Ausbildung der Mitarbeiter und die Ausstattung der Wagen fest. Die Rettungsdienste unterliegen der infektionshygienischen Überwachung der Gesundheitsämter nach den Landesgesundheitsdienstgesetzen.

Für den qualifizierten Krankentransport wurden Hygienemaßnahmen in Abhängigkeit vom jeweiligen Infektionsrisiko des Patienten, basierend auf den Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) von 1989, festgelegt [68]. Die Empfehlungen wurden 1999 und 2005 hinsichtlich des Umgangs mit MRSA erweitert [35, 37].

KRINKO Empfehlung von 1999 [37]:

1. Die Zieleinrichtung ist vor der Verlegung von MRSA-Patienten über die Besiedelung/Infektion mit MRSA zu informieren. Die hygienischen Anforderungen beim Transport von MRSA-Patienten sind zu beachten.
2. Wundinfektionen/Läsionen sind dicht abzudecken, Patienten mit nasopharyngealer Besiedlung sollen einen Mundschutz tragen, sofern dies dem Patienten möglich ist.
3. Bei zu erwartenden Direktkontakten mit MRSA-Patienten sind vom Begleitpersonal Einmalhandschuhe und Schutzkittel zu tragen.
4. Nach dem Transport ist eine hygienische Händedesinfektion des Begleitpersonals zwingend erforderlich.
5. Die Kontaktflächen sind anschließend zu desinfizieren.

KRINKO Richtlinie von 2005 [35]:

1. Das Krankentransportpersonal muss darauf hingewiesen werden, dass bei engem Direktkontakt mit MRSA-positiven Personen (z.B. beim Umlagern) Einmalhandschuhe und Schutzkittel zu tragen sind.
2. Nach dem Transport sind alle Flächen mit direktem Patientenkontakt (z.B. Krankentransportliege) zu desinfizieren (Wischdesinfektion).
3. Das Begleitpersonal muss eine hygienische Händedesinfektion durchführen.
4. Das Tragen von speziellen Schutzanzügen ist beim Transport von MRSA-positiven Personen aus hygienischen Gründen nicht erforderlich und wird im Hinblick auf die von ihnen oder von dieser Schutzkleidung ausgehender unnötiger und nicht kalkulierbarer Verunsicherung nicht empfohlen.

Für den Rettungsdienstbereich der Stadt Frankfurt am Main wurde gemeinsam mit dem Stadtgesundheitsamt und der Branddirektion ein stetig zu aktualisierender Hygieneplan

auf Basis der KRINKO-Richtlinien erstellt [49]. Ähnlich verfahren auch andere Gemeinden, wie der benachbarte Wetteraukreis [25] oder München [60].

1.3.2 Nicht-qualifizierter Krankentransport

Einfache Krankenfahrten, die ausschließlich die Beförderung von kranken Personen umfassen und keine medizinische Betreuung erfordern sind dem nicht-qualifizierten Krankentransport zuzuordnen. Als Beispiel für einen nicht-qualifizierten Krankentransport sei hier die Fahrt von zu Hause zur Dialyse zu nennen. Diese kann, je nach Patientenzustand, liegend oder sitzend erfolgen (siehe Abb. 2). Die Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports sind je nach Mobilitätsgrad des Patienten unterschiedlich ausgestattet. Bedient werden diese Fahrzeuge von medizinisch nicht-qualifiziertem Personal.



Abb. 2: Repräsentative Ansicht des Interieurs eines Krankentransportwagens des nicht-qualifizierten Krankentransports (eigene Quelle)

Für den nicht-qualifizierten Krankentransport existieren weder Hygieneverordnungen noch Transporteinschränkungen für Patienten mit potenziell infektiösen Erkrankungen (Norovirus, Humanes Immundefizienz Virus (HIV)) [65].

Der nicht-qualifizierte Krankentransport unterliegt dem Personenbeförderungsgesetz (PBefG) [1] und der Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft) [2]. Zu den Fahrzeugen, die im nicht-qualifizierten Krankentransport eingesetzt werden gehören Taxis, Mietwagen, Krankentransportwagen (KTW) und Behindertentransportwagen (BTW). Im Gegensatz zum qualifizierten Krankentransport ist im Personenbeförderungsgesetz des Bundes keine Kontrollpflicht der Gesundheitsbehörden vorgesehen. Auch unterliegt der Bereich des nicht-qualifizierten Krankentransports keinerlei Hygienevorschriften.

1.4 Problematik und Gesetzgebung

Die infektionshygienische Überprüfung der Rettungsdienste und qualifizierten Krankentransporte ist eine gesetzlich festgeschriebene Aufgabe der Gesundheitsämter [23]. Lebenserhaltende Maßnahmen haben im Rettungswesen absoluten Vorrang. Jedoch müssen generell geeignete Hygienemaßnahmen eingehalten werden, um die Patienten oder das Personal nicht zu gefährden [92].

Infektionen können schon während der präklinischen Versorgung der Patienten vorhanden sein oder übertragen werden. Experimentell konnte gezeigt werden, dass Krankheitserreger, wie *S. aureus*, von unbelebten Flächen beispielsweise auf die Hände übertragen und von dort weitergegeben wurden [77].

Allgemein muss der Rettungsdienst die Regeln der Berufsgenossenschaft (Unfallverhütungsvorschriften) [5, 7] zum Schutz des Personals, aber auch die entsprechenden Richtlinien der KRINKO einhalten, insbesondere die „Anforderungen der Hygiene an den Krankentransport einschließlich Rettungstransport in Krankenkraftwagen“ [68].

Die Umsetzungspflicht dieser Empfehlungen wird in den entsprechenden Landesverordnungen geregelt. Ein Beispiel ist das hessische Rettungsdienstgesetz (HRDG) [28] und die Verordnung zur Durchführung des Hessischen Rettungsdienstgesetzes (RettDGV) vom 03.01.2011, welche nicht nur die Ausstattung der Wagen und die Ausbildung des Personals sondern in § 27 auch die Hygiene bei der Durchführung von Einsätzen regelt (1). Weiter sind die in der Anlage 3 genannten Empfehlungen für die Hygiene im Rettungsdienst zu beachten [24].

Die Anlage beinhaltet Aussagen zu den Anforderungen der Hygiene im Krankentransport einschließlich Rettungstransport in Krankenkraftwagen, Anforderungen der Hygiene bezüglich der Infektionsprävention bei übertragbaren Krankheiten und Empfehlung zur Prävention und Kontrolle von MRSA in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen.

Eine ähnliche Leitlinie/Empfehlung hat auch die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) erarbeitet und veröffentlicht [4].

Diese Hygienemaßnahmen sollen das Infektionsrisiko für Patienten und Mitarbeiter minimieren. Die Empfehlungen wurden von den zuständigen Gesundheitsämtern und von MRSA-Netzwerken weiter präzisiert [29, 44]. Obwohl Untersuchungen die Wirksamkeit der gesetzlich geforderten Maßnahmen zeigen, werden in der Praxis von den verschiedenen Rettungsdienst- und Krankentransportbereichen oft zusätzliche, aber aus fachlicher Sicht nicht erforderliche Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe ergriffen [16, 54, 84]. Offenbar existieren unbegründete Ängste und offene Fragen im Bereich Hygiene und Infektionsprävention im Rettungsdienst und Krankentransport [17, 26, 52, 54].

Die Empfehlungen der KRINKO wurden primär zur MRSA-Infektionsprophylaxe konzipiert, zu anderen MRE liegen bisher noch keine Empfehlungen vor. Allerdings können aus vorhandenen KRINKO-Empfehlungen unter Berücksichtigung von bekannten Infektionswegen die Hygienemaßnahmen für weitere MRE im Krankentransport abgeleitet werden [36].

Für den Bereich des nicht-qualifizierten Krankentransports gibt es keine Hygiene- oder Desinfektionsvorschriften. Im Gegensatz zum qualifizierten Krankentransport gelten für diese Fahrzeuge keine Eintreffzeiten, da die Fahrzeuge nach dem Personenbeförderungsgesetz im Gelegenheitsverkehr fahren. Damit unterliegen diese Fahrzeuge keiner Erreichbarkeitspflicht über Funk. Darüber hinaus fällt das Inventar der Fahrzeuge nicht in die Zuständigkeit des Medizinproduktegesetzes (MPG).

Problematisch ist auch, dass in der Regel die Besiedelung mit MRSA und anderen MRE nicht bekannt ist. Das Fehlen von Hygienerichtlinien begünstigt in diesen Fällen die Kontamination und Verbreitung der Bakterien. Dadurch könnten Krankentransporte mit nicht-qualifizierten Transportmitteln eine potenzielle Schwachstelle in der Infektionsprophylaxe sein. Allerdings wird den MRE-Patienten die Nutzung von öffentlichen

Verkehrsmitteln nicht untersagt und auch nicht als Gefährdungspotenzial gesehen. In der Literatur findet sich kein Hinweis auf ein Nutzungsverbot [29].

2 Ziel der Arbeit

Allgemein handelt es sich beim qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransport um Transporte von Einzelpersonen, sodass ein direkter Kontakt von Patient zu Patient unwahrscheinlich ist. Im nicht-qualifizierten Krankentransport ist der Kontakt zwischen Patient und Transportpersonal weniger eng als im qualifizierten Bereich, da die Patienten keine direkte medizinische Betreuung erhalten. Allerdings ist eine Infektionsübertragung durch indirekten Kontakt über kontaminierte Flächen nicht auszuschließen, da Bakterien [59], wie Staphylokokken, Tage bis Monate auf inerten Oberflächen überleben können [50, 85, 88]. Damit stellt das Equipment der Krankentransporte eine Erregerquelle dar [39, 47, 89].

Aktuell existieren keine Daten zur Kontamination von Wagen des nicht-qualifizierten Krankentransports, obwohl mit diesen Fahrzeugen Patienten mit MRE transportiert werden. Bisher sind nur Daten über Kontaminationen von Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports bekannt. Ferner fehlt bisher ein direkter Vergleich zwischen qualifiziertem und nicht-qualifiziertem Krankentransport mit identischen Untersuchungsmethoden bezüglich der Kontaminationshäufigkeit.

Daneben wird die Wirksamkeit der Hygienemaßnahmen im qualifizierten Krankentransport vor und nach Patiententransport untersucht.

Diese Forschungslücke soll vor dem Hintergrund der verschiedenen gesetzlichen Regelungen im qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransport mit der vorliegenden Pilotarbeit geschlossen werden.

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungsplan

Die Untersuchung gliedert sich in zwei Teile:

- 1) Mikrobiologische Untersuchung von Wagen des nicht-qualifizierten Krankentransports in der Stadt Frankfurt am Main
- 2) Mikrobiologische Untersuchung von Wagen des qualifizierten Krankentransports des Rettungsdienstbereichs Frankfurt am Main

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurde die Keimbelastung mit Mikrokokken, Sporenbildnern und Pilzen, sowie MRE evaluiert. Als Hinweis auf die hygienischen Verhältnisse galt das Vorhandensein von Mikrokokken und Sporenbildnern im Fahrzeug.

Im September 2011 wurden im nicht-qualifizierten Krankentransport 74 Krankenfahrten randomisiert begleitet und untersucht:

- Krankentransportunternehmen 1 (NQ1): 29 Fahrzeuge
- Krankentransportunternehmen 2 (NQ2): 19 Fahrzeuge
- Taxiunternehmen (NQ3): 26 Fahrzeuge

Nach der Fahrt eines Patienten wurden standardisiert Abstrich-/Abklatschproben von Gurt, Kopfteil, Türgriff und Tragegriff (falls vorhanden) genommen (siehe Abb. 3 und Abb. 4) und am gleichen Tag zur Analyse ins Labor weitergeleitet. Auf den Kontrollort „Tragegriff“ musste im Taxi verzichtet werden, da in den Fahrzeugen keine derartige Vorrichtung vorhanden war.

Die Probeentnahmen im qualifizierten Krankentransport erfolgten im Februar/März 2012. Es wurden 34 Wagen randomisiert vor dem Patiententransport und 36 Wagen randomisiert nach dem Patiententransport untersucht. Als Vertreter des qualifizierten Krankentransports nahmen fünf Hilfsorganisationen (Arbeiter-Samariter-Bund, Berufsfeuerwehr Frankfurt, Deutsches Rotes Kreuz Frankfurt, Johanniter Unfall Hilfe und Malteser Hilfsdienst) an der Untersuchung teil. Den einzelnen Hilfsorganisationen werden im Folgenden zur Anonymisierung Ziffern zugeordnet:

- Organisation 1 (Q1): 20 Fahrzeuge
- Organisation 2 (Q2): 16 Fahrzeuge
- Organisation 3 (Q3): 9 Fahrzeuge
- Organisation 4 (Q4): 14 Fahrzeuge
- Organisation 5 (Q5): 11 Fahrzeuge

Die Probeentnahmen nach dem Patiententransport erfolgten zu gleichen Anteilen in den Notaufnahmen dreier großer Frankfurter Kliniken (Klinikum Frankfurt Höchst, Krankenhaus Nordwest und Universitätsklinikum Frankfurt) vor der Desinfektion des Fahrzeugs.

Die Probeentnahmen vor dem Patiententransport, d. h. nach Desinfektion, wurden morgens, mittags und abends jeweils zum Schichtwechsel der Fahrzeugbesatzungen durchgeführt. Es erfolgte nur eine grobe Vorankündigung der Probennahmen bei den Dienststellenleitern der Transportunternehmen. Aufgrund logistischer Limitationen fanden die Probeentnahmen vor und nach dem Transport nicht im gleichen Fahrzeug statt.



Abb. 3: Patiententrage: Probeentnahmestellen sind gelb markiert (eigene Quelle)



Abb. 4: Patiententragestuhl: Probeentnahmestellen sind gelb markiert. Quelle: Mit freundlicher Genehmigung der German Ambulance Cars UG und Co. KG

Falls die Patienten nicht auf der Trage (siehe Abb. 3) transportiert wurden, sondern mit dem Tragestuhl erfolgte die Probennahme an den entsprechenden Stellen (siehe Abb. 4).

3.2 Reagenzien und Materialien

Tabelle 1: Reagenzien und Materialien

Caseinpepton-Sojamehlpepton-Bouillon- (CASO-Bouillon) mit Lecithin, Tween 80, Histidin+ Na-Thiosulfat (LTHTh)	Fa. Heipha, Bestell-Nr. 373r
Keimindikator B (Abklatschplatte)	Fa. Biotest, Bestell-Nr. 931260
MRSA-Selektiv-Agar	Fa. Oxoid, Bestell-Nr. 1069935
VRE-Selektiv-Agar	Fa. B D, Bestell-Nr. 292234
Endo-Agar	Fa. Heipha, Bestell-Nr. 117e
Cefuroxim (CXM)	Fa. Oxoid, Bestell-Nr. CT0127B
Ertapenem (ETP)	Fa. Oxoid, Bestell-Nr. CT1761B
Oxidase-Strips	Fa. Oxoid, Bestell-Nr. MB0266A
Slidex Staph Plus (Koagulase)	Fa. bioMérieux, Bestell-Nr. 73116
Columbia-Blutagar	Fa. Heipha, Bestel-Nr. 109e0100
Watteträger (Abstrichtupfer)	
Impföse blau (10 µL)	
Pinzette	
Einmalspatel	
Kühlbox	
Sterilium (Händedesinfektionsmittel)	Fa. Bode Chemie, PZN 0970709

Die Inhalte und Analysezertifikate finden sich im Anhang.

3.3 Methodik

3.3.1 Durchführung der Probennahme

Vor der Probeentnahme führte der Probenehmer eine Händedesinfektion durch. Die Abklatschplatte (Keimindikator B; siehe Abb. 5) wurde auf der ausgewählten Stelle ca. fünf Sekunden mit der gesamten Kontaktfläche (25 cm^2) angedrückt. Dabei sollten keine Luftblasen zwischen Nährboden und Kontrollstelle entstehen. Nach der Probennahme wurde die Abklatschplatte in die Verpackung zurückgelegt, verschlossen, mit einer Identifikationsnummer versehen und in eine Kühlbox verbracht.

Dann wurde ein Abstrich in unmittelbarer Nähe und mit gleicher Kontaktflächengröße des vorhergehenden Abklatschs genommen. Hierzu wurde der Abstrichtupfer zum Befeuchten in ein Röhrchen mit CASO-Bouillon mit LTHTh eingetaucht. Es wurde darauf geachtet, dass der Abstrichtupfer ausreichend angefeuchtet war, allerdings sollte er nicht tropfen. Eventuell überschüssiges Befeuchtungsmedium wurde an der Innenwand des Röhrchens mittels Drehen des Abstrichtupfers ausgedrückt.

Der Watteträger wurde etwa zwei Zentimeter vom Ende im Winkel von 45 Grad gefasst und unter leichter Rotation in zwei Richtungen, zueinander im rechten Winkel stehend auf der ausgewählten Stelle direkt neben der Abklatschfläche mäanderförmig ausgestrichen. Der Abstrichtupfer wurde in das zum Befeuchten verwendete Anreicherungskulturröhrchen mit CASO-Bouillon mit LTHTh überführt. Das Probennahmeröhrchen (siehe Abb. 6) wurde aufrecht stehend und etikettiert in der Kühlbox gelagert.

Die Proben wurden am Tag der Probennahme ins Labor des Instituts für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene des Universitätsklinikum Frankfurt am Main transportiert und dort im Brutschrank bei 36°C gelagert.



Abb. 5: Abklatschplatte nach Bebrütung



Abb. 6: Abstrichröhrchen nach Bebrütung

3.3.2 Weiterverarbeitung im Hygienelabor

Die Abklatschplatten wurden nach 24 h einer ersten Sichtkontrolle unterzogen (siehe Abb. 5). Danach wurden sie für weitere 24 h bebrütet.

Die CASO-Bouillon wurde nach 24–60 h kontrolliert (siehe Abb. 6). Bei Trübung der Bouillon der Probe wurde je eine Öse aus der Bouillon der Probe und aus der Bouillon der mitgeführten Positivkontrolle auf je eine Selektiv-Agarplatte (MRSA-, VRE-, und Endo-Agar) ausplattiert. Die Endo-Agarplatte wurde mit je einem Cefuroxim- und einem Ertapenemblättchen belegt. Nun wurden die beimpften Selektiv-Agarplatten bei 36 °C bis zu 48 h lang bebrütet.

3.3.3 Prätest zur Verifizierung der Methode

Für die Positivkontrollen wurde eine Verdünnungsreihe (bis 10^{-7} verdünnt) erstellt. Es wurde je eine Kolonie des jeweiligen Referenzstammes in einem Röhrchen CASO-Bouillon mit LTHTh überführt:

- MRSA (American Type Culture Collection (ATCC) 43300)
- ESBL (Klinisches Isolat aus der Stammsammlung des Institutes)
- VRE (Klinisches Isolat aus der Stammsammlung des Institutes)

Dann wurden die Proben bei 36 °C für 24–60 h bebrütet. Auch in der letzten Verdünnungsstufe konnte Keimwachstum detektiert werden.

3.3.4 Auswertung

Nach Ablauf der Bebrütungszeit der Abklatschplatten wurden alle gewachsenen Kolonien ausgezählt, unabhängig von Form, Farbe und Größe. Unterschieden wurde hierbei in Kokken, Sporenbildner und Pilze. Es wurde dabei auf morphologisch verdächtige Erreger, wie *S. aureus*, geachtet. Als Kokken wurden runde, weiße, glatte Kolonien (Staphylokokken) und runde, glatte, gelbe Kolonien (meistens *Mikrokokkus luteus*) zusammengefasst. Nicht-runde, trockene, große und gräuliche Kolonien wurden als Sporenbildner erfasst.

Bei einem Wachstum auf den Selektiv-Agarplatten wurde folgenderweise verfahren:

- Endo-Agar: Bei einem Wachstum von Kolonien in einem der Hemmhöfe der beiden Antibiotika (Cefuroxim, Ertapenem) wurde im Hygienelabor ein Oxidasetest durchgeführt. Bei einem negativen Oxidasetest wurde eine Reinkultur auf Blutagar angelegt. Die weitere Untersuchung geschah im Varialabor mit dem Gerät Vitek 2.
- MRSA-Agar: Bei einem Wachstum von Kolonien wurde ein Koagulasetest durchgeführt. Bei positivem Befund wurde eine Reinkultur auf Blutagar angelegt. Die Weiteruntersuchung geschah im Varialabor mit dem Gerät Vitek 2.
- VRE-Agar: Bei einem Wachstum von Kolonien wurde eine Reinkultur auf Blutagar angelegt. Die weiterführende Untersuchung wurde im Varialabor mit dem Gerät Vitek 2 durchgeführt.

3.3.5 Weitergehende Untersuchung durch Vitek 2

Bei dem Gerät Vitek 2 handelt es sich um ein vollautomatisiertes System, dass zur Resistenzbestimmung und Identifizierung häufiger gramnegativer und grampositiver Bakterien und einzelligen Pilzen dient.

Das miniaturisierte und geschlossene Testsystem verfügt über mehrere Küvetten. Die einzelnen Küvetten enthalten Substrate für biochemische Reaktionen oder Antibiotika für die Resistenzbestimmung. Die Reaktionsergebnisse der Einzelküvetten werden über ein kalorimetrisches Signal (Identifizierung) oder eine Trübungsmessung (Resistenztestung) ermittelt.

Im Variolabor des Frankfurter Instituts für medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene werden Karten zur Identifizierung der Erreger verwendet. Das System stellt automatisch für jede Karte eine erforderliche Keimsuspension her und befüllt und versiegelt die Karten. Dabei wird die Keimsuspension gleichmäßig auf die einzelnen Küvetten einer Karte verteilt. Nach der Karteninokulation werden die Karten einzeln in ein Inkubations- und Ablesekarussell geschoben. Hier erfolgt die Inkubation bei 36 °C. Die Inkubationszeit ist abhängig vom Wachstumsverhalten des zu untersuchenden Keims.

Die Identifizierungskarten enthalten in ihren Küvetten verschiedene Substrate, mit denen die biochemischen Leistungen des inkubierten Bakteriums dargestellt werden können. Die Umsetzung der Substrate wird kalorimetrisch alle 15 min gemessen.

Die Resistenzbestimmungskarten enthalten in ihren Küvetten verschiedene Antibiotika in jeweils unterschiedlichen Konzentrationen. Jedes Antibiotikum ist in drei unterschiedlichen Konzentrationen in einer geometrischen Verdünnungsreihe vorhanden. Während der Inkubation wird alle 15 min eine Transmissionsmessung bei einer bestimmten Wellenlänge durchgeführt. Diese lässt Rückschlüsse über das Wachstum des zu untersuchenden Keimes zu.

Die gewonnen Rohdaten wurden mit Hilfe einer EDV ausgewertet. Errechnet wird hier die minimale Hemmkonzentration für die einzelnen Antibiotika und somit die Einteilung in sensibel, intermediär oder resistent basierend auf den Vorgaben des CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute).

Ein Beispiellaborbefund des Vitek 2 der vorliegenden Studie findet sich in der Anlage.

3.4 Statistische Auswertung und graphische Darstellung

Die Einteilung der Kontaminationsstärke von Mikrokokken und Sporenbildnern erfolgte nach der Anzahl der koloniebildende Einheiten (KBE) auf den Abklatschplatten in fünf Belastungsklassen: 0 KBE, 1–25 KBE, 26–50 KBE, 51–99 KBE und mehr als 100 KBE.

Die Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Die Annahme, dass die erhobenen Daten nicht normalverteilt sind, wurde durch zwei Normalverteilungstests bestätigt. Sowohl der Kolmogorow-Smirnow-, als auch der Shapiro-Wilk-Test ergaben eine Signifikanz von unter 0,01. Somit wurden nicht-parametrische Tests für nicht-normalverteilte Stichproben verwendet.

Der Friedman-Test wurde für die Analyse zur Gleichheit des Lageparameters verwendet. Zur Analyse von Korrelationen wurde der Spearman-Rho-Test benutzt.

Für den Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Stichproben wurde der Kruskal-Wallis-Test und für den Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben der Mann-Whitney-U-Test zur statistischen Auswertung verwendet.

Da die Bestimmung der Keimzahl vor und nach dem Transport in unterschiedlichen Fahrzeugen erfolgte, wurden die Vergleiche der Keimzahlen ebenfalls mit dem Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

Ein p-Wert von unter 0,05 wurde als signifikant ein p-Wert von unter 0,01 als hochsignifikant angesehen.

Als fiktiven Maximalwert wurde 199 für die statistische Auswertung angenommen, da über 100 KBE (Rasenwachstum) nicht mehr weitergezählt wurde.

Die Graphiken der deskriptiven Statistik wurden mit Microsoft Excel Version 2010 erstellt.

Als Textverarbeitungsprogramm wurde Microsoft Word 2010 verwendet.

4 Ergebnisse

4.1 Kontaminationsstatus von Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports

4.1.1 Mikrokokken

Bei der hygienisch-mikrobiologischen Untersuchung (Abklatschplatten; Fläche 25 cm²) der Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports wurden bei 20% der untersuchten Gurte, 16% der Kopfteile, 10% der Tragegriffe und 10% der Türgriffe mehr als 100 KBE (Rasen, siehe Kap. 3.4) gefunden (siehe Abb. 7).

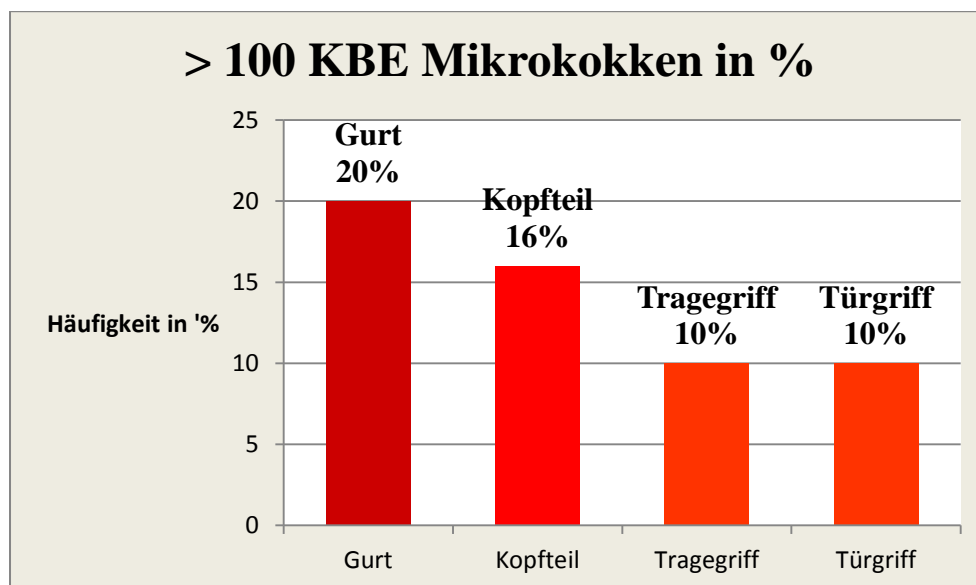


Abb. 7: Anteil der Abklatschplatten mit mehr als 100 KBE Mikrokokken in Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports

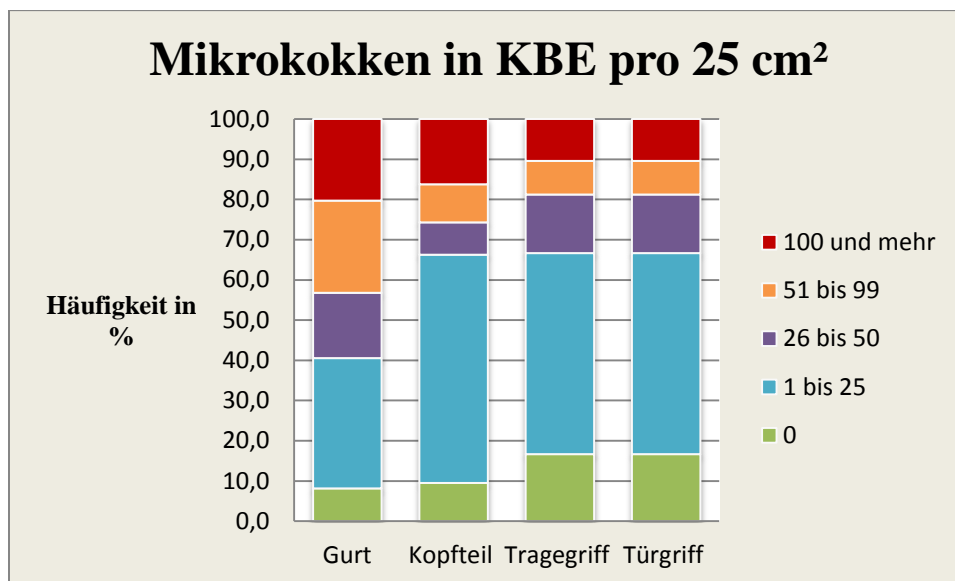


Abb. 8: Mikrokokkenbelastung an den verschiedenen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports

Die signifikant stärkste Kontamination mit Mikrokokken wurde an den Gurten gefunden (siehe Tab. 2). Dies wurde durch den Friedman-Test mit einem p-Wert von kleiner als 0,01 bestätigt. Der Median der Belastung lag an dieser Probennahmestelle bei 39,5 KBE. Die Zahl der KBE betrug an den Gurten mehr als das Doppelte der KBE am Kopfteil und mehr als das Vierfache der KBE an den Türgriffen.

Signifikante Korrelationen durch den Spearman-Rho-Test konnten nur zwischen der Mikrokokken-Kontamination am Türgriff und am Kopfteil ($p=0,028$) und zwischen Türgriff und Tragegriff ($p=0,023$) gefunden werden.

Tabelle 2: Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm² an verschiedenen Probeentnahmestellen in Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports.

Aufteilung in Perzentilen; *in Taxis waren weder Tragen noch Stühle vorhanden

Nicht-qualifizierter Krankentransport	Gurt	Kopfteil	Tragegriff	Türgriff	Friedmann-Test
Anzahl der Proben	74	74	48*	74	
Mikrokokken					< 0,001
Perzentile 25	9,75	3	3,25	0,75	
Perzentile 50 (Median)	39,5	14,5	11	9	
Perzentile 75	88	52	43,75	36,5	

4.1.2 Sporenbildner

Bei der Analyse der Sporenbildner zeigten 3% der Gurt-, 8% der Kopfteil-, 8% der Tragegriff- und 8% der Türgriffproben mehr als 100 KBE/25 cm². Abbildung 9 zeigt die Verteilung der Belastung mit Sporenbildnern in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports.

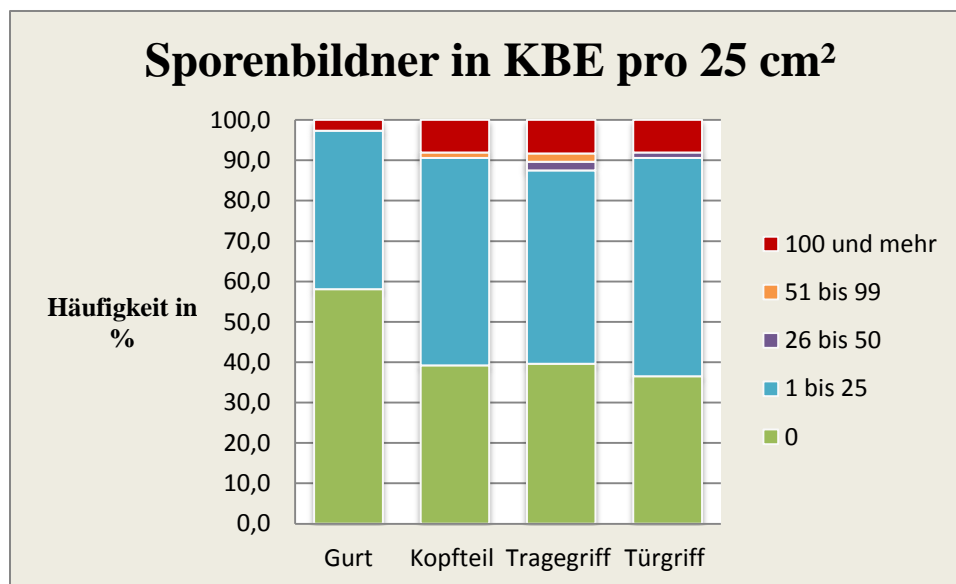


Abb. 9: Sporenbildnerbelastung an den verschiedenen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports

Anders als bei den Mikrokokken zeigten die Gurte bei den Sporenbildnern die geringste Belastung (siehe Tab. 3). Hier lag der Median der Belastung bei 0 KBE. Am häufigsten

waren die Türgriffe belastet (P50=2). Der Türgriff waren durchschnittlich doppelt so hoch belastet, wie das Kopfteil oder der Tragegriff (P50=1). Der Friedman-Test bestätigte mit einem $p=0,002$ die Signifikanz der Belastungsunterschiede an den Probenahmeorten.

Tabelle 3: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm² an verschiedenen Probeentnahmestellen in Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransportes.

Aufteilung in Perzentilen; *Tragegriffe in Taxis nicht vorhanden

Nicht-qualifizierter Krankentransport	Gurt	Kopfteil	Tragegriff	Türgriff	Friedmann-Test
Anzahl der Proben	74	74	48*	74	
Sporenbildner					0,002
Perzentile 25	0	0	0	0	
Perzentile 50 (Median)	0	1	1	2	
Perzentile 75	2	3	3	5,5	

4.1.3 Multiresistente Erreger

In keinem der Fahrzeuge wurde eine Kontamination mit VRE und ESBL festgestellt. Dagegen wurden nach der Anreicherung (siehe Kap. 3.3.2) MRSA gefunden. 14% der untersuchten Gurte, 7% der Tragegriffe und je 4% der Kopfteile und Türgriffe der Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports waren mit MRSA-Keimen kontaminiert (siehe Abb. 10).

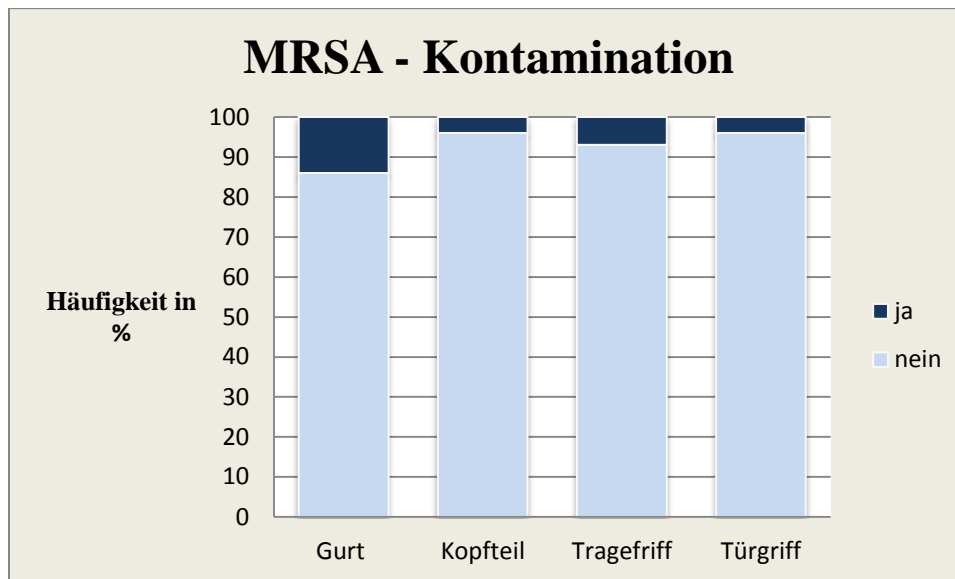


Abb. 10: Häufigkeit der MRSA-Kontamination an den einzelnen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports

In den meisten Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports wurde MRSA nur an einer Stelle gleichzeitig nachgewiesen (19%). In 3% der Fahrzeuge wurde MRSA zeitgleich an zwei Stellen detektiert. 1% der Fahrzeuge waren zeitgleich an drei Stellen mit MRSA kontaminiert.

4.2 Vergleich der drei nicht-qualifizierten Krankentransporte

4.2.1 Mikrokokkenbelastung

Die Mikrokokken-Kontaminationen an Gurt, Kopfteil und Türgriff waren in den Taxis signifikant höher als in den anderen nicht-qualifizierten Krankentransportfahrzeugen (siehe Tab. 4).

Tabelle 4: Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm² der drei verschiedenen nicht-qualifizierten Krankentransporte

Aufteilung in Perzentilen, *Tragegriffe in Taxis nicht vorhanden

Kontamination Mikrokokken	NQ1 (Krankentransport- unternehmen 1)	NQ2 (Krankentransport- unternehmen 2)	NQ3 (Taxi)	Kruskal- Wallis-Test p-Wert
Fahrzeuganzahl	29	19	26	
Gurt				< 0,001
Perzentile 25	3,5	9	43	
Perzentile 50	18	27	86	
Perzentile 75	82	51	199	
Kopfteil				0,01
Perzentile 25	2	12	6,3	
Perzentile 50	5	15	28	
Perzentile 75	21	38	199	
Tragegriff				0,201
Perzentile 25	0,5	4	.*	
Perzentile 50	8	18	.*	
Perzentile 75	39	55	.*	
Türgriff				< 0,01
Perzentile 25	0	1	11	
Perzentile 50	1	7	44	
Perzentile 75	14	12	199	

Abbildung 11 stellt die Mediane der Mikrokokkenbelastung noch einmal graphisch dar und verdeutlicht die im Vergleich zu den NQ1- und NQ2-Fahrzeugen höhere Belastung in den Taxis besonders an den Gurten und an den Türgriffen.

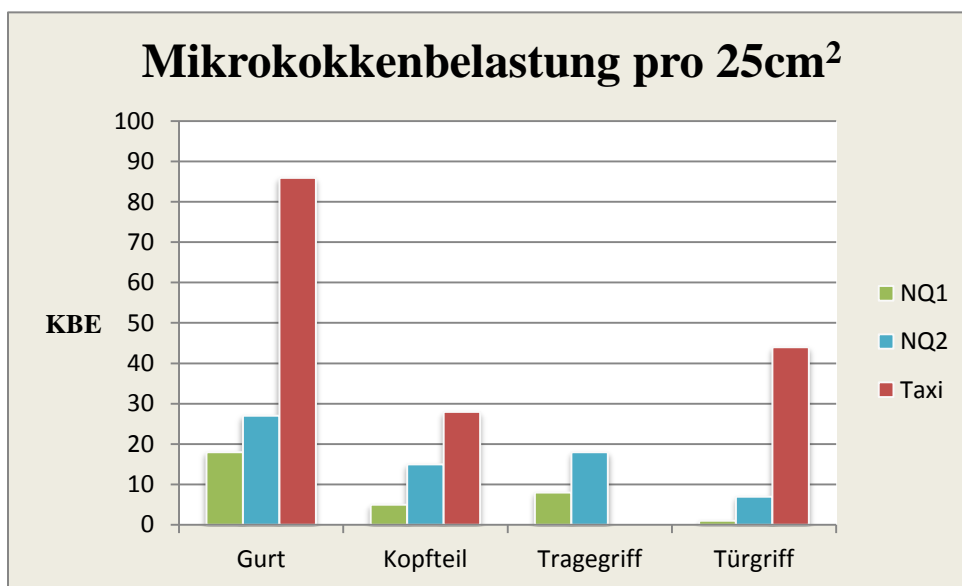


Abb. 11: Medianwerte der Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm² der drei verschiedenen nicht-qualifizierten Krankentransporte

4.2.2 Sporenbildnerbelastung

Bei den Sporenbildnern unterschieden sich die drei Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports signifikant nur bei der Belastung am Kopfteil ($p=0,048$) und am Türgriff ($p=0,016$). Die Kontamination mit Sporenbildnern am Kopfteil war bei den Taxis am höchsten, dagegen waren die Taxis am Türgriff am wenigsten mit Sporenbildnern belastet. Hier zeigte sich bei NQ2-Fahrzeugen eine doppelt so hohe Belastung wie bei den NQ1-Fahrzeugen (siehe Tab. 5).

Tabelle 5: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm² der drei verschiedenen nicht-qualifizierten Krankentransporte

Aufteilung in Perzentilen, *Tragegriffe in Taxis nicht vorhanden

Kontamination Sporenbildner	NQ1 (Krankentransport- unternehmen 1)	NQ2 (Krankentransport- unternehmen 1)	NQ3 (Taxi)	Kruskal- Wallis-Test p-Wert
Fahrzeuganzahl	29	19	26	
Gurt				0,801
Perzentile 25	0	0	0	
Perzentile 50	0	0	0	
Perzentile 75	2,5	1	2,5	
Kopfteil				0,048
Perzentile 25	0	0	0	
Perzentile 50	0	1	2	
Perzentile 75	2,5	2	12	
Tragegriff				0,930
Perzentile 25	0	0	_*	
Perzentile 50	1	1	_*	
Perzentile 75	4,5	2	_*	
Türgriff				0,016
Perzentile 25	0	1	0	
Perzentile 50	2	4	0	
Perzentile 75	6	9	4	

4.2.3 Multiresistente Erreger

Bei keinem der in allen drei Fahrzeugformen untersuchten Probennahmeorte ergab sich ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der MRSA-Prävalenz. Nur bei den Tragegriffen (in Taxis nicht vorhanden) war der Unterschied zwischen NQ1- und NQ2-Fahrzeugen mit einem $p=0,011$ signifikant. Die NQ2-Fahrzeuge zeigten eine fast viermal höhere Belastung als die NQ1-Fahrzeuge. Bei der Gesamtbetrachtung aller Abstrichorte wurde ebenfalls ein signifikanter Unterschied gefunden, wobei NQ2-Fahrzeuge signifikant ($p=0,008$) häufiger eine MRSA-Kontamination aufwiesen als die NQ1-Fahrzeuge und der Taxibetrieb (siehe Tab. 6 und Abb. 12).

Tabelle 6: MRSA-Kontamination der drei verschiedenen nicht-qualifizierten Krankentransporte

Kontamination mit MRSA	NQ 1 (Krankentransportunternehmen 1)		NQ 2 (Krankentransportunternehmen 2)		NQ 3 (Taxi)		Kruskal-Wallis-Test p-Wert
	n	%	n	%	n	%	
Fahrzeuganzahl	29		19		26		
Gurt	3	10,3	5	26,3	2	7,7	0,164
Kopfteil	0	0	2	10,5	1	3,8	0,199
Tragegriff	1	3,4	4	22,2	*	*	0,011
Türgriff	0	0	1	5,3	2	7,7	0,34
gesamt							0,008
1 Stelle	4	13,8	7	38,9	3	11,5	
2 Stellen	0	0	1	5,6	1	3,8	
3 Stellen	0	0	1	5,6	0	0,0	
Summe	4	13,8	9	50,1	4	15,3	

In den meisten Fällen (n=14) wurde eine MRSA-Kontamination nur an einer Stelle im Fahrzeug gefunden. Deutlich seltener trat eine MRSA-Kontamination an zwei (n=2) oder drei (n=1) Stellen auf.

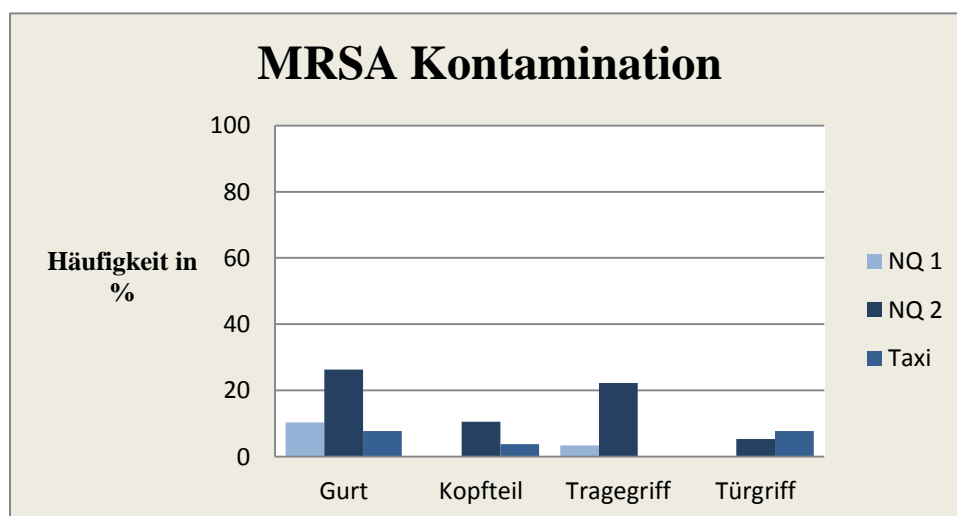


Abb. 12: Häufigkeit der MRSA-Kontamination (%) an den einzelnen Probenentnahmestellen der untersuchten Unternehmen des nicht-qualifizierten Krankentransports

4.3 Kontaminationsstatus von Fahrzeugen des gesamten qualifizierten Krankentransports

4.3.1 Mikrokokken

Bei der hygienisch-mikrobiologischen Untersuchung der Fahrzeuge des qualifizierten Krankentransports wurden bei 1,4% der untersuchten Gurte, 10% der Kopfteile, 7,2% der Tragegriffe und 7,2% der Türgriffe mehr als 100 KBE (Rasen) auf den Abklatschplatten gefunden (siehe Abb. 13).

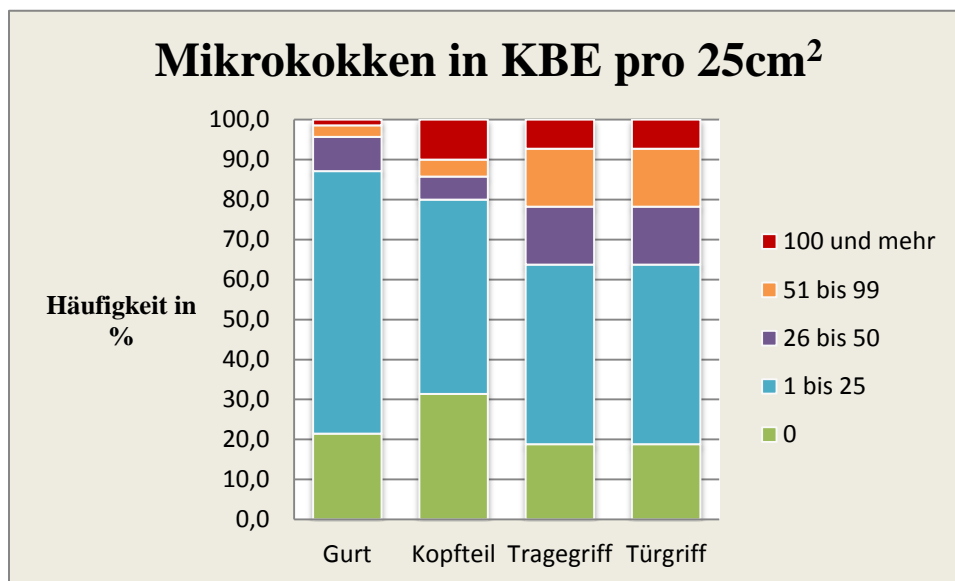


Abb. 13: Mikrokokkenbelastung an den verschiedenen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports

Die signifikant stärkste Mikrokokken-Kontamination fand sich an den Tragegriffen (siehe Tab. 7). Durch den Friedman-Test wurde eine Signifikanz von unter 0,01 errechnet. Der Medianwert lag hier bei 18 KBE. An den Türgriffen wurden am wenigsten Mikrokokken (n=0) gefunden.

Signifikante Korrelationen zwischen der Häufigkeit des Auftretens von Mikrokokken-Kontamination an den einzelnen Probennahmeorten konnten mittels des Spearman-Rho-Tests nicht ermittelt werden.

Tabelle 7: Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm² an verschiedenen Probeentnahmestellen in Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports

Aufteilung in Perzentilen

Qualifizierter Krankentransport	Gurt	Kopfteil	Tragegriff	Türgriff
Anzahl	70	70	69	69
Mikrokokken				
Perzentile 25	2	0	2,5	0
Perzentile 50	7	5	18	0
Perzentile 75	14	18	44	3

4.3.2 Sporenbildner

Mehr als 100 KBE von Sporenbildnern wurden bei 2,9% der Tragegriff-Proben detektiert. An den anderen Probeentnahmeorten (Türgriff, Gurt, Kopfteil) kam eine derart hohe Belastung nicht vor (siehe Abb. 14).

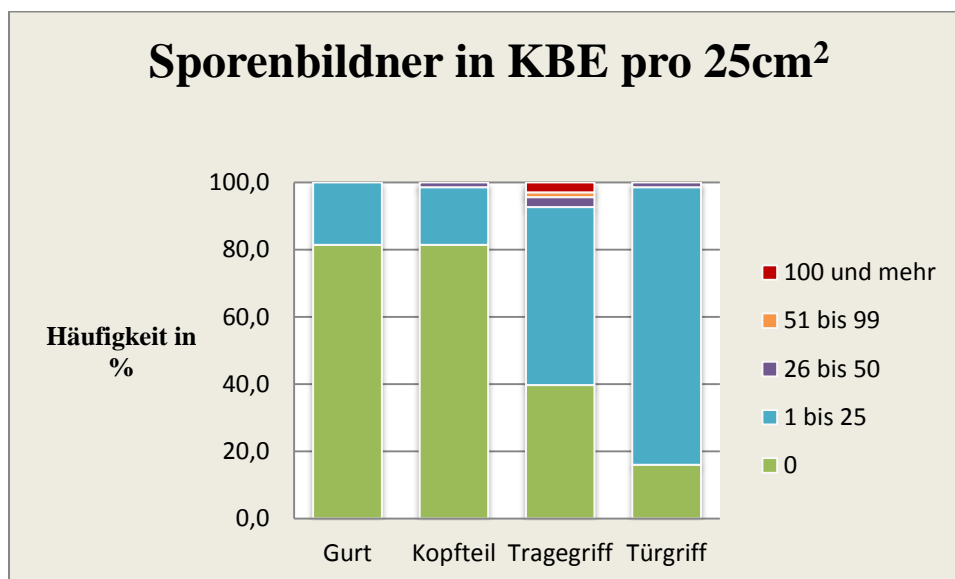


Abb. 14: Sporenbildnerbelastung an den verschiedenen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports

Der Türgriff zeigte die insgesamt höchste Sporenbildnerbelastung mit einem KBE-Medianwert von 4. Der Friedman-Test bestätigte die Signifikanz der Unterschiede zwischen den Probennahmeorten mit einem p-Wert von unter 0,01. Der Gurt und das Kopfteil waren am geringsten kontaminiert (siehe Tab. 8).

Tabelle 8: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm² an verschiedenen Probeentnahmestellen in Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports

Aufteilung in Perzentilen

Qualifizierter Krankentransport	Gurt	Kopfteil	Tragegriff	Türgriff
Anzahl	70	70	68	69
Sporenbildner				
Perzentile 25	0	0	0	1
Perzentile 50	0	0	2	4
Perzentile 75	0	0	4	8

4.3.3 Multiresistente Erreger

Im gesamten untersuchten qualifizierten Krankentransport wurde kein MRE festgestellt.

4.4 Vergleich der fünf qualifizierten Krankentransporte

4.4.1 Mikrokokkenbelastung

Die untersuchten fünf qualifizierten Krankentransporte (siehe Kap. 3.1) zeigten hinsichtlich der Mikrokokkenbelastung der Fahrzeuge keine signifikanten Unterschiede und auch keine Tendenzen dazu (siehe Tab. 9).

Die Fahrzeuge von Q3 wiesen die jeweils höchsten Belastungen an Gurten und Tragegriffen auf. Die Gurte waren bei den Fahrzeugen von Q3 mehr als doppelt so hoch belastet wie bei Q5. Dagegen waren die Kopfteile in den Fahrzeugen von Q3 am geringsten kontaminiert.

Tabelle 9: Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm² der fünf verschiedenen qualifizierten Krankentransporte

Aufteilung in Perzentilen

Kontamination Mikrokokken	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Kruskal-Wallis-Test p-Wert
Fahrzeuganzahl	20	16	9	14	11	
Gurt						0,456
Perzentile 25	0	4	2,5	4	0	
Perzentile 50	4,5	8	9	4	2	
Perzentile 75	14	14	26	24	11	
Kopfteil						0,371
Perzentile 25	0,5	1	0	0	0	
Perzentile 50	14	5	5	8	0	
Perzentile 75	41	8,8	16	63	34	
Tragegriff						0,543
Perzentile 25	0,5	2,3	19	1,5	0	
Perzentile 50	21	15	23	16	13	
Perzentile 75	38	58	75	24	76	
Türgriff						0,735
Perzentile 25	0	0	0	0	0	
Perzentile 50	0	0	0	0	0	
Perzentile 75	1,5	6,3	3,8	4	14	

4.4.2 Sporenbildnerbelastung

Ähnlich wie bei dem Vergleich der Mikrokokkenbelastung, gab es bei der Kontamination mit Sporenbildnern auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports (siehe Tab. 10).

Gurte und Kopfteile waren nur geringfügig mit Sporenbildnern belastet. Hier lagen die KBE-Mediane bei den Fahrzeugen der fünf Organisationen jeweils bei 0. Bei der Kontamination mit Sporenbildnern der Tragegriffe wiesen Q1 und Q4 die höchsten Werte auf. Bei den Türgriffen waren die Fahrzeuge von Q1, Q2 und Q3 am meisten kontaminiert.

Tabelle 10: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm² der fünf verschiedenen qualifizierten Krankentransporte

Aufteilung in Perzentilen

Kontamination Sporenbildner	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Kruskal-Wallis-Test p-Wert
Fahrzeuganzahl	20	16	9	14	11	
Gurt						0,456
Perzentile 25	0	0	0	0	0	
Perzentile 50	0	0	0	0	0	
Perzentile 75	0	0	0	0,3	1	
Kopfteil						0,371
Perzentile 25	0	0	0	0	0	
Perzentile 50	0	0	0	0	0	
Perzentile 75	0	0,8	0	0,5	1	
Tragegriff						0,543
Perzentile 25	0	0	0	1,5	0	
Perzentile 50	3	2,5	0	3	0	
Perzentile 75	8	4	2	5	4	
Türgriff						0,735
Perzentile 25	1	2	0,,3	2	0	
Perzentile 50	4	4	2	4	1	
Perzentile 75	10	8	8,5	8	4	

4.5 Vergleich des Kontaminationsstatus von vor und nach dem Patiententransport im qualifizierten Krankentransport

4.5.1 Mikrokokkenbelastung

Ein signifikanter Unterschied vor und nach dem Krankentransport trat nur bei der Belastung mit Mikrokokken am Kopfteil ($p=0,008$) auf. Die Belastung an diesem Untersuchungsort war nach dem Transport (KBE-Median=24) deutlich höher als vor dem Patiententransport (KEB-Median=14). Bei den weiteren Untersuchungsorten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Kontamination vor und nach dem Patiententransport (siehe Tab. 11).

Tabelle 11: Mikrokokkenbelastung in KBE/25cm² des qualifizierten Krankentransports vor und nach Patiententransport

Aufteilung in Perzentilen

Mikrokokken			Gurt	Kopfteil	Tragegriff	Türgriff
vor Transport	Fahrzeuganzahl		34	34	33	33
		Perzentile 25	2	0	2	0
		Perzentile 50	4	1,5	14	0
		Perzentile 75	11,75	13	33,5	3,5
nach Transport	Fahrzeuganzahl		36	36	36	36
		Perzentile 25	1,25	2	5	0
		Perzentile 50	8	8,5	24	0
		Perzentile 75	18,75	59	50,25	2,25

4.5.2 Sporenbildnerbelastung

Die Kontaminationen mit Sporenbildnern vor und nach dem Patiententransport waren nicht signifikant verschieden (siehe Tab. 12). Die höchsten Werte zeigten die Türgriffe mit einem KBE-Medianwert von 3 vor dem Patiententransport. Nach dem Patiententransport stieg der KBE-Wert auf 4. Nach dem Mann-Whitney-U-Test war diese Steigerung jedoch nicht signifikant ($p=0,28$).

Tabelle 12: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm² des qualifizierten Krankentransports vor und nach Patiententransport

Aufteilung in Perzentilen

Sporenbildner			Gurt	Kopfteil	Tragegriff	Türgriff
vor Transport	Fahrzeuganzahl		34	34	32	33
		Perzentile 25	0	0	0	1
		Perzentile 50	0	0	2	3
		Perzentile 75	0	0,25	4	8
nach Transport	Fahrzeuganzahl		36	36	36	36
		Perzentile 25	0	0	0	2
		Perzentile 50	0	0	2	4
		Perzentile 75	0	0	8	9,5

4.6 Vergleich des Kontaminationsstatus im qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransport

4.6.1 Mikrokokkenbelastung

Gurt, Kopfteil und am Türgriff der Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports waren signifikant häufiger mit Mikrokokken kontaminiert als die entsprechenden Stellen in den Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports (siehe Abb. 15). Die entsprechenden p-Werte betrugen $< 0,0001$, $0,003$ und $< 0,0001$. Am Probennahmeort Tragegriff ergab sich kein signifikanter Unterschied im Mann-Whitney-U-Test ($p=0,508$).

Die höchsten Kontaminationswerte wurden an den Gurten des nicht-qualifizierten Krankentransports ermittelt. Hier erreichte der Median einen Wert von 39,5 KBE. Der geringste Medianwert, 0 KBE wurde an den Türgriffen des qualifizierten Krankentransports erreicht. Die Mikrokokkenbelastung an den Türgriffen unterschied sich nicht signifikant zwischen qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransporten ($p=0,508$).

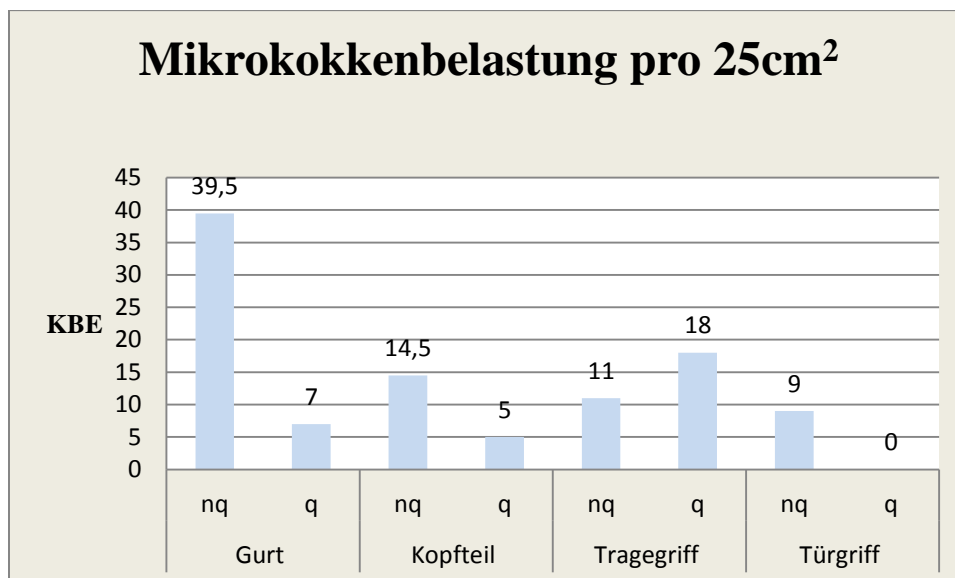


Abb. 15: Medianwerte der Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm² der verschiedenen Probenentnahmestellen des qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransports

4.6.2 Sporenbildnerbelastung

Bei der Kontamination der Gurte und Kopfteile mit Sporenbildnern wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten und qualifizierten Krankentransports im Mann-Whitney-U-Test berechnet ($p=0,003$ und $p<0,0001$). Im nicht-qualifizierten Krankentransport war die Belastung der Gurte und Kopfteile höher als im qualifizierten Bereich (siehe Abb. 16). Die Belastung der Türgriffe und der Tragegriffe war im qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransport nicht signifikant ($p=0,093$ und $p=0,430$) verschieden.

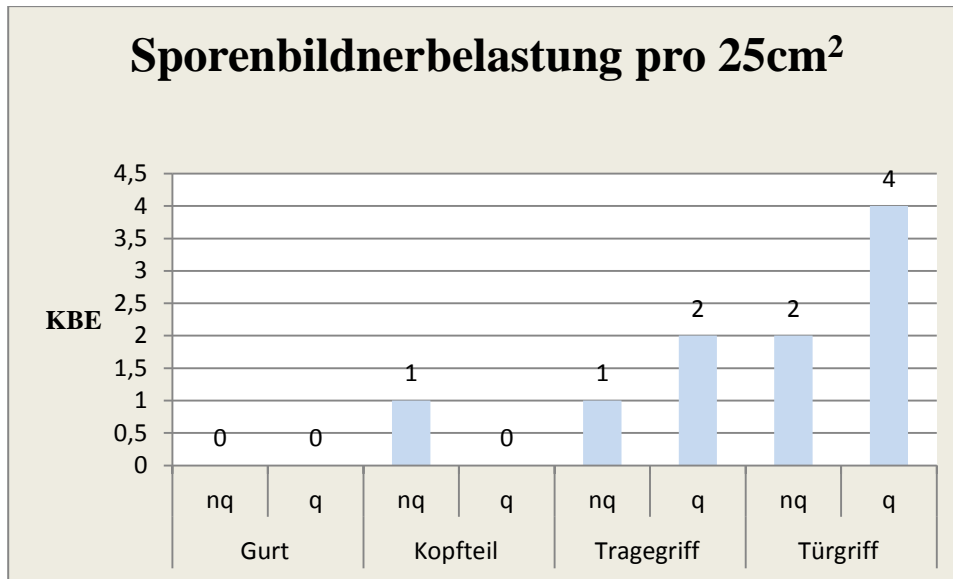


Abb. 16: Medianwerte der Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm² der verschiedenen Probenahmestellen des qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransports

4.6.3 Vergleich der MRE-Belastung

In keinem der untersuchten Fahrzeuge wurden VRE und ESBL gefunden. Die MRSA-Kontamination am Gurt des nicht-qualifizierten Krankentransports unterschied sich signifikant ($p=0,001$) von der des qualifizierten Transports. Gleiches galt für die Tragegriffe ($p=0,031$; siehe Abb. 17). Im qualifizierten Krankentransport wurde kein MRSA gefunden.

Vergleicht man die Türgriffbelastung und die Kopfteilbelastung, erkennt man eine Tendenz zur höheren Belastung im Mann-Whitney-U-Test im nicht-qualifizierten Krankentransport (beide $p=0,092$).

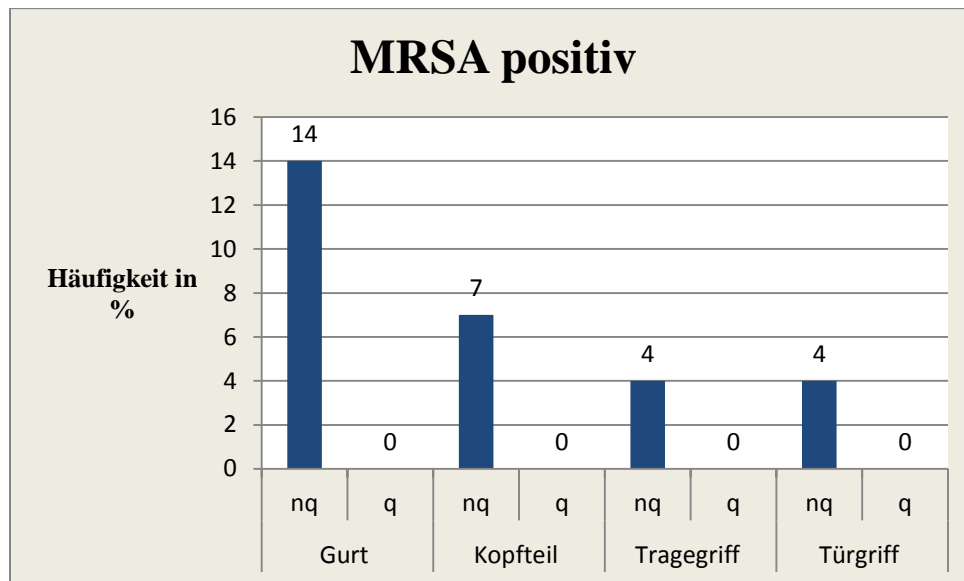


Abb. 17: Häufigkeit der MRSA-Kontamination der verschiedenen Probeentnahmestellen des qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransports

23% der Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports waren mit MRSA belastet. Im qualifizierten Krankentransport wurde dagegen kein MRSA nachgewiesen. Der Unterschied war mit einem p-Wert unter 0,01 hochsignifikant (Mann-Whitney-U-Test).

5 Diskussion

5.1 Hygienestatus

Zur Überprüfung der Fragestellung wurden mikrobiologische Untersuchungen mittels Abklatsch- und Abstrichmethodik durchgeführt.

Im nicht-qualifizierten Krankentransport zeigte sich die Belastung mit MRSA.

Der Vergleich des Kontaminationsstatus zwischen qualifiziertem und nicht-qualifiziertem Krankentransport zeigte eine signifikant höhere Mikokokkenbelastung an Gurt, Kopfteil und Türgriffen bei den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports. Darüber hinaus konnte in diesen Fahrzeugen eine signifikant höhere Belastung mit Sporenbildnern an Gurten und Tragegriffen detektiert werden.

Bei der Untersuchung der Fahrzeuge des qualifizierten Krankentransports wurden weder MRSA, noch VRE oder ESBL gefunden. Allerdings wurden MRSA in 23% der untersuchten Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports festgestellt. Betroffen waren 14% der untersuchten Gurte, 7% der Tragegriffe und je 4% der Kopfteile und Türgriffe. Auch in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports wurden keine VRE oder ESBL festgestellt.

Sowohl beim qualifizierten und insbesondere beim nicht-qualifizierten Krankentransport liefert die vorliegende Dissertation Hinweise auf einen Verbesserungsbedarf bei der Reinigung der patientennahen Flächen.

Der Vergleich der Fahrzeuge des qualifizierten Krankentransports vor und nach dem Patiententransport zeigte, dass sich durch die Reinigungsmaßnahmen mit Ausnahme der Mikokokkenkonzentration an den Kopfteilen ($p=0,008$) keine signifikante Verbesserung der Kontaminationen ergaben. Insbesondere sollten die Tragegriffe besser gereinigt werden, da die Mikokokkenkontamination dort trotz Reinigung mehr als dreimal so hoch war, als an den Gurten. Die Sporenbildnerbelastungen waren, sowohl vor als auch nach Desinfektion, eher gering - mit maximal vier KBE pro Abklatsch an den Türgriffen.

Diese geringe Zahl lässt sich durch die kurzen Reinigungsintervalle erklären. Dennoch könnte auch hier die Hygiene/Reinigung verbessert werden, da nach der Aufbereitung

der Fahrzeuge des qualifizierten Krankentransports die Kontaminationen nicht wesentlich verbessert waren.

Zwei der untersuchten Krankentransportunternehmen (NQ1, NQ2) nahmen freiwillig an Hygieneschulungen des Frankfurter Gesundheitsamts teil. Möglicherweise erklärt sich so die im Vergleich zu den Taxis geringere mikrobielle Kontamination der Fahrzeuge. Dies kann als Hinweis gewertet werden, dass Schulungen zur Reinigung/Desinfektion sinnvoll sind. Allerdings belegen die vorliegenden Daten auch, dass die Schulungen noch intensiviert werden müssen. Darüber hinaus sollten die Wagen auch kontrolliert werden, damit die Reinigung/Desinfektion ordnungsgemäß eingehalten wird.

5.2 Vergleich der Daten mit anderen Studien aus dem Krankentransport/Rettungswesen

Bei einem Vergleich mit anderen Untersuchungen im qualifizierten Krankentransport und öffentlichen Personennahverkehr müssen immer die verschiedenen Studiendesigns berücksichtigt werden. Die Analysen können sich beispielsweise hinsichtlich der Methodik aber auch hinsichtlich (der Zahl) der Probennahmeorte unterscheiden. Daten zum nicht-qualifizierten Krankentransport fehlen bislang. Die vorliegende Arbeit beschränkte sich aus ökonomischen und aus methodischen Gründen auf vier Probennahmeorte (Türgriff, Kopfteil, Gurt, Tragegriff). Die Probennahmeorte befanden sich im patientennahen Bereich, weil nur hier mit einer Kontamination seitens des Patienten zu rechnen war [16].

Die Identifizierung von MRSA über einen Abklatsch ist nicht ausreichend sensitiv/spezifisch, da bei einem konfluenten Wachstum potenziell pathogene Erreger von anderen Keimen überwachsen sein könnten. Deshalb wurde die MRSA-Kontamination qualitativ über eine Anreicherungskultur der Abstrichproben durchgeführt.

In den 1970er Jahren nahm eine Mainzer Arbeitsgruppe [63, 90] eine hygienisch-bakteriologische Vergleichsuntersuchung in 50 deutschen Krankenhäusern vor. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden insgesamt 7971 Abklatschproben genommen. Im Median fanden sich Werte zwischen 14 und 110 KBE/Platte.

Vergleichend, auch wenn die Methode geringfügig abweicht, zeigte sich in der vorliegenden Frankfurter Studie eine deutlich niedrigere Kontamination des nicht-qualifizierten und qualifizierten Krankentransports nach Patiententransport, sowohl bei den Kokken als auch bei den Sporenbildnern. Nur die Belastung der Gurte des nicht-qualifizierten Krankentransports lag mit einem Median von 39,5 KBE/25 cm² in dem Bereich der Mainzer Studie.

In den Arbeiten aus Mainz wurde betont, dass keine Korrelation zwischen der Keimanzahl und Erregerpathogenität bestand und auf eine Identifizierung verzichtet wurde. Die Autoren schlossen daraus, dass die Ergebnisse keinen Rückschluss auf ein bestehendes Infektionsrisiko zulassen, sondern lediglich auf die Reinigungsintensität [63].

Kober et al. [33] stellten in ihrer Untersuchung aus dem Jahr 2000 Hygienemängel in den Rettungswagen (RTW) fest. Sie untersuchten 44 RTW vor dem Patiententransport. Von jedem RTW wurden 34 Proben entnommen, darunter Trinkwasserproben, Abstriche und Abklatsche. Die höchste Kontamination wiesen Handwaschplätze, die es heute in keinem Krankenfahrzeug mehr gibt, und Insufflationszubehör mit mehr als 100.000KBE/ml auf. MRE wurden in der Untersuchung keine nachgewiesen. 9% der untersuchten Blutdruckmanschetten und 14% der Stethoskope waren mit mehr als 100 KBE pro Abdruck mikrobiell belastet. In der vorliegenden Studie lagen die Werte für die Sporenbildner in den Krankentransporten zum Zeitpunkt nach dem Patiententransport deutlich niedriger. Abklatsche mit mehr als 100 KBE waren extrem selten. Auch die Mikrokokkenanalyse der Abklatsche der Tragegriffe, Türgriffe und Gurte zeigten keine derart hohen Kontaminationen. Lediglich die Abklatsche der belasteten Kopfteile zeigten in 10% der Fälle mehr als 100 KBE und lagen damit in der gleichen Größenordnung wie die Werte in der Studie von Kober et al. [33]. Die in der vorliegenden Studie ermittelten Werte vor dem Patiententransport, das heißt nach einer Desinfektion, waren noch einmal deutlich geringer.

Die Autoren [33] gingen davon aus, dass die nachgewiesenen Keime aus dem Trinkwasser, der Umwelt (Haut), der Schleimhaut und dem Darm der Rettungswagenbesatzung stammten. Ferner stellten sie eine mangelhafte Ausstattung der Wagen mit Desinfektions-/Reinigungsmitteln fest. Auch in der vorliegenden Frankfurter Untersuchung fehlten meist adäquate Reinigungs-/Desinfektionsmittel in den Taxen. Als Fazit emp-

fahlen Kober et al. schwerpunktmäßig eine Händedesinfektion und allgemein die Desinfektion der Patientenumgebung. Als Standard sollten Spender für Desinfektionsmittel mit mittellangem Hebel eingeführt werden, so wie sie heute in jedem RTW zu finden sind.

Nigam und Cutter [56] untersuchten im Jahr 2000 die bakterielle Kontamination von Rettungswagen in Wales. Zwölf Monate lang wurde monatlich je ein Abstrich vor und nach Reinigung der Wagen an sieben Stellen entnommen.

Als potenziell pathogene Erreger wurden *S. aureus* und *S. viridans* gewertet. Vor der Desinfektion wurden in 1,4% der Abstriche *S. aureus* gefunden und nach der Desinfektion in 2,9%. Die Zunahme der Bakterien nach der Desinfektion und insbesondere das Auftreten von coliformen Bakterien wurden als Kreuzkontaminationen gewertet. Die häufigen Bakteriennachweise wurden mit dem Fehlen eindeutiger Reinigungsanweisungen erklärt. Die Antibiotikasensitivität wurde nicht getestet.

Die Werte des qualifizierten Frankfurter Krankentransports lagen deutlich darunter (0% MRSA vor und nach Desinfektion). Außerdem war die Kontamination nach der Desinfektion geringer. Im Bereich des nicht-qualifizierten Frankfurter Krankentransports wurde in 23% der Proben MRSA nachgewiesen.

In einer im Jahre 2010 veröffentlichten Studie wurden im Süden von Maine/USA 51 Krankenwagen auf eine MRSA-Belastung untersucht [9]. Es gab jeweils 16 Abstrichorte im Fahrzeug: Arbeitsbereich, Schreibunterlage, Computer, Funkmikrophon, Pulsoxymeter, Lenkrad, Stethoskop, Blutdruckmanschette, Hecktürverriegelung, Seitenteile der Trage, Sauerstoffregler, i.v.-Tray, Schalter, Deckenhaltestange, EKG-Monitor und Tragegurte. 49% der untersuchten Fahrzeuge wiesen mindestens eine MRSA-Kontamination auf. Am häufigsten mit MRSA belastet waren die patientennahen Bereiche. In mehr als 10% der Fälle waren der Arbeitsbereich, der Computer, das Pulsoxymeter und die Seitenteile der Trage kontaminiert. Die patientennahen Bereiche waren auch die mit der höchsten MRSA-Belastung. Am wenigsten belastet waren die Stethoskope, möglicherweise aufgrund der Tatsache, dass jeder Mitarbeiter des Rettungsdien-

tes sein eigenes Stethoskop mitbrachte und die Stethoskope der Fahrzeugausrüstung nicht/kaum benutzt wurden.

In der US-amerikanischen Studie war der Unterschied der Kontamination bei Fahrzeugen mit verschiedenen Laufzeiten statistisch signifikant ($p=0,003$). Fahrzeuge des Freiwilligendienstes waren am stärksten mit MRSA belastet (91%). In Teilzeit eingesetzte Fahrzeuge waren zu 57% kontaminiert. Am geringsten belastet waren die Vollzeiteinsatzfahrzeuge (32%). Begründet wurde dieses Ergebnis mit den häufigeren Einsätzen und einer damit einhergehenden häufigeren Reinigung/Desinfektion der Vollzeiteinsatzfahrzeuge. Auch hier lässt sich eine Parallelität zu der vorliegenden Studie erkennen: Vermutlich waren die Mitarbeiter des Freiwilligendienstes ähnlich den Mitarbeitern des nicht-qualifizierten Krankentransports nicht ausreichend in Hygiene geschult.

Die gemessenen MRSA-Kontaminationen in den qualifizierten und nicht-qualifizierten Frankfurter Krankentransporten waren deutlich geringer.

In einer anderen US-amerikanischen Untersuchung aus dem Jahr 2006 wurden 21 Krankenwagen aus ausgewählten Regionen auf MRSA-Kontamination überprüft [74]. 12% der untersuchten Fahrzeuge waren MRSA-positiv. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde eine Verbesserung der Hygienemaßnahmen gefordert, um mögliche Infektionen einzudämmen.

Die Kontaminationsrate war nur halb so hoch wie die des nicht-qualifizierten Krankentransports in Frankfurt. Die Identifikation von MRSA in der amerikanischen Studie erfolgte über ein Wachstum der Keime auf Oxacillin-haltigen Agar und über einen Katalase Test. Möglicherweise wurden deshalb die MRSA-Kontaminationsrate als zu hoch eingeschätzt [16].

In einer im Jahr 2011 publizierten Studie aus Südkorea wurden 13 Krankentransportfahrzeuge untersucht. Pro Fahrzeug wurden 33 Abstriche genommen. Vier der untersuchten Proben zeigten potenziell pathogene Erreger: zwei Fälle mit einem ESBL-positiven *Klebsiella pneumoniae*, ein Fall eines Methicillin resistenten Koagulase-negativer *S. aureus* und ein MRSA. Der positive MRSA-Nachweis gelang von einem Abstrich eines Fahrertürgriffs. Beide ESBL-Keime wurden an der Beatmungsausrüs-

tung gefunden. Aus den Ergebnissen wurde die Handlungsempfehlung abgeleitet, bessere Hygienemaßnahmen durchzusetzen und Hygieneprotokolle zu führen [57].

In der vorliegenden Frankfurter Untersuchung wurden weder im qualifizierten noch im nicht-qualifizierten Krankentransport ESBL-Keime gefunden. Allerdings wurde im nicht-qualifizierten Krankentransport in 14 Fällen ein MRSA nachgewiesen. Drei der positiven Proben stammten von Türgriffen.

In der Ulmer SEKURE – Studie wurden 2011 in Süddeutschland 86 Rettungswagen und 108 Krankentransportwagen (qualifiziert) unangekündigt mittels Abklatschtechnik untersucht. Man beschränkte sich in der Studie auf patientennahe Probennahmeorte.

Die Auswertung zeigte meist Keime der Haut- und Staubflora. Nosokomiale Erreger und Schimmelpilze wurden ebenfalls nachgewiesen [91]. In 12% der Fahrzeuge konnte ein MRSA detektiert werden. Auch in dieser Studie wurden Hygieneschulungen empfohlen.

Die MRSA-Kontamination in Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports lag in der Ulmer Studie deutlich höher als die der qualifizierten Krankentransporte der vorliegenden Studie. Verglichen mit dem nicht-qualifizieren Bereich aus Frankfurt war die nachgewiesene Kontamination halb so hoch.

Groß untersuchte 2008 den Hygienestatus des Rettungsdiensts und qualifizierten Krankentransports in Deutschland. Hier wurden ähnlich wie in der vorliegenden Untersuchung Abklatsch- und Abstrichproben genommen. Bei Nachweis von *S. aureus* wurde ein entsprechendes Antibiotogramm erstellt. Untersucht wurden die Dienstbekleidung des Personals und verschiedene Stellen im Fahrzeuginneren.

Fast in jedem Fahrzeug waren die Tragestühle kontaminiert. Die Kontaminationen umfassten ein breites Spektrum nosokomialer Erreger, auch MRSA wurden nachgewiesen. Auffällig stark belastet waren der Fahrerraum, die Kugelschreiber und die Haltegriffe an der Decke im Patientenraum. Die Tragen waren im Vergleich mit der vorliegenden Untersuchung mit 50 KBE/Rodac-Platte unauffällig [26]. Bei der vorliegenden Untersuchung waren 7% der Tragen/Tragestühle im nicht-qualifizierten Krankentransport mit MRSA kontaminiert. Dagegen kam es im qualifizierten Krankentransport zu keiner

MRSA-Kontamination. Im nicht-qualifizierten Bereich zeigten 19% und im qualifizierten Bereich 22% der Abklatsche mehr als 50 KBE/Abklatsch. Die Belastung mit Sporenbildner lag zwischen 4 und 10%.

Laut Groß wiesen die Wagen, die täglich desinfiziert wurden, deutlich niedrigere Erregerzahlen auf. Diese Aussage deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Frankfurter Untersuchung. Im qualifizierten Krankentransport, bei dem eine Desinfektion zwischen den einzelnen Transporten standardisiert stattfindet, fanden sich deutlich weniger Kontaminationen als im nicht-qualifizierten Bereich. Diese Unterschiede waren für Gurt, Kopfteil und Türgriff signifikant. Der Tragegriff war im qualifizierten Krankentransport stärker mit Mikrokokken kontaminiert, allerdings war der Wert nicht signifikant erhöht. Ähnlich verhielt es sich mit den höheren Werten der Sporenbildnerbelastung im qualifizierten Bereich.

2008 stellten Alves und Bissell fest, dass der Rettungsdienst ein Reservoir für bakterielle Kontaminationen ist. Sie detektierten mittels Abstrichproben vermehrt Keime der Haut- und Umweltflora. Insgesamt wurden an den jeweils 5 untersuchten Stellen in den vier Rettungsfahrzeugen sieben Bakterienarten festgestellt. Darunter fanden sich vier nosokomiale Erreger und drei mit einem breiten Resistenzspektrum gegen Antibiotika. Die nosokomialen Erreger fanden sich am Sitz in der Patientenkabine in einem Fahrzeug der fünf untersuchten (20%). MRSA wurde nicht gefunden.

Als potenzielle Ursache für die mangelnde Hygiene vermuteten die Autoren einen hohen Zeit- und Kostendruck für das Personal [3].

2009 untersuchten Eibicht et al. [16] die MRSA-Kontamination nach 89 vorangemeldeten MRSA-Krankentransporten im qualifizierten Krankentransportbereich in Würzburg. Es wurden nur Transporte analysiert, die weniger als 20 min Transportzeit benötigten. Als Abstrichorte wurden das Kopfteil, die Tragegriffe und die Kabineninnenwand gewählt.

Obwohl die Patienten einen Mund-Nasenschutz und ein frisches Patientenhemd trugen sowie eine Händedesinfektion durchführten, wurde in acht Wagen nach dem Transport ein MRSA entweder am Kopfteil oder an den Tragegriffen detektiert (9%).

In der vorliegenden Frankfurter Studie wurde im qualifizierten Krankentransport kein MRSA gefunden, obwohl die Fahrten auch vorangemeldete infektiöse Transporte beinhalteten. Dagegen wurde in den untersuchten Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports in 23% der Fälle ein MRSA gefunden. Diese Fahrten beinhalteten sowohl angemeldete als auch nicht-angemeldete MRE-Patienten. Eine Fahrzeitlimitierung bestand nicht.

Aus den Ergebnissen der Würzburger Studie folgte man, dass eine Desinfektion der patientennahen Bereiche, entsprechend den Empfehlungen der KRINKO [37], ausreicht und dass eine komplette Desinfektion des ganzen Wagens nach jedem Patiententransport überflüssig ist.

In der Frankfurter Studie wurden auch MRSA-Kontaminationen im patientennahen Bereich des nicht-qualifizierten Krankentransports nachgewiesen. Aufgrund der Tatsache, dass in drei Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports ein MRSA am Türgriff gefunden wurde, sollten die Türgriffe der Patientenkabine in die Desinfektion mit einbezogen werden.

Eine weitere Studie aus dem Jahr 2009 analysierte *S. aureus*-Isolaten aus regionalen Rettungswagen in Chicago. Aus 71 Fahrzeugen wurden je 26 Abstriche entnommen, während die Fahrzeuge einsatzbereit auf den Wachen standen. Insgesamt wurden 1125 Proben gesammelt. Etwa 12% aller 100 *S. aureus*-Isolate wurden schließlich als MRSA identifiziert, während es sich bei den übrigen 88% um Methicillin-sensible *S. aureus* mit unterschiedlichen Antibiotikasensitivitäten handelte [66].

Anders als in der vorliegenden Frankfurter Studie konnten in der Studie aus Chicago MRSA in den einsatzbereiten bzw. zuvor gereinigten Fahrzeugen gefunden werden.

In einer retrospektiven Beobachtungsstudie aus dem Jahr 2008 [75] wurde der Anteil der Patienten mit MRSA-, VRE- oder Tuberkulose-(TB)-Kolonisation in einer Notaufnahme eines akademischen Lehrkrankenhauses in Korea an der Gesamtzahl von 89.206 eingelieferten Patienten untersucht.

Bei Verdacht auf TB, MRSA oder VRE wurde den Patienten Blut, Sputum, Urin und/oder Körperflüssigkeit entnommen sowie ein rektaler Abstrich durchgeführt. Die

Patienten wurden in drei Gruppen eingeteilt: mit dem Krankenwagen von außerhalb eingeliefert (Gruppe 1: 9.378 Patienten; 10,5%), von einem anderen Krankenhaus/von einer anderen Klinik mit dem Krankenwagen verlegt (Gruppe 2: 4.799 Patienten; 5,4%) und selbstständig angekommen (Gruppe 3: 75029 Patienten; 84,1%).

Die Prävalenzen einer TB-, MRSA- und VRE-Kolonisation aller Untersuchten betrugen 0,3%, 1,1% und 0,3%.

In Gruppe 1 lagen die Prävalenzen einer TB-, MRSA- und VRE-Kolonisation bei 0,3%, 1,8% und 0,4%, in der Gruppe 2 bei 0,7%, 4,6% und 1,5% und in Gruppe 3 bei 0,3%, 0,7% und 0,2%. Die Patienten der Gruppe 1 und 2 waren deutlich älter. Die Altersmediane lagen bei 58 Jahre in Gruppe 1, 62 in Gruppe 2 und 39 Jahre in Gruppe 3. Auffällig war auch das mittlere Alter der infizierten/kontaminierten Patienten. Das mittlere Alter der VRE- und MRSA-Kontaminierten betrug 61 Jahre.

Die Schlussfolgerung aus den Ergebnissen dieser umfangreichen Studie war, dass ein Transport im Krankenwagen nicht der alleinige Risikofaktor für eine MRSA- und VRE-Infektion ist. Allerdings deuten die Ergebnisse darauf hin, dass der Krankentransport eine potenzielle Infektionsquelle für den folgenden Patienten sein könnte.

Zur Verhinderung einer Übertragung von MRSA-Keimen sollte man aber ein strenges Infektionsschutz- und Hygieneprogramm für Rettungsdienste und andere Dienstleister einführen.

Die Daten der vorliegenden Frankfurter Studie identifizieren bevorzugt den nicht-qualifizierten Krankentransport als potenzielles Übertragungsreservoir für MRE. Da in diesen Fahrzeugen eine routinemäßige Desinfektion nicht etabliert ist, unterstützen die Ergebnisse der vorliegenden Studie die Forderungen nach einem Hygieneprogramm für alle im Krankentransport eingesetzten Fahrzeuge.

5.3 Vergleich der Daten mit anderen Studien aus dem öffentlichen Nahverkehr

Da der nicht-qualifizierte Krankentransport auch im öffentlichen Nahverkehr eingesetzt wird lohnt ein Vergleich hiermit. Auch im allgemeinen Personentransport, wie Flugreisen oder Zugfahrten, sind Kontaminationen von Flächen mit MRE beschrieben. Allerdings gibt es in Deutschland keine Studien dazu.

In einer Belgrader Studie in öffentlichen Verkehrsmitteln wurden insgesamt 1400 Abstrichen aus 55 Fahrzeugen, wie Busse oder Trambahnen, keine MRSA-Kontaminationen gefunden. Allerdings enthielten alle untersuchten Verkehrsmittel bzw. 30% der Abstriche Methicillin-resistente Koagulase-negative *S. aureus* Bakterien. Die Abstriche wurden an den Haltestange (Länge 1m/Abstrich) durchgeführt. Die Probenanzahl pro Verkehrsmittel variierte von 15 bis 41 Abstriche [82]. Diese Studie belegt das weit verbreitete Auftreten von Methicillin-resistenten Koagulase-negativen *S. aureus* in öffentlichen Verkehrsmitteln. Dies bedeutet eine potenzielle Gefahr für die Übertragung/Ausbreitung von Resistenzen außerhalb von Krankenhäusern und in Krankenhäuser hinein.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse der Belgrader Studie ist zu beachten, dass eine Nährlösung mit 4,5% (Natriumchlorid) NaCl für die erste Anreicherung der Proben verwendet wurde. Danach folgte eine Isolierung auf Mannitol-Salz-Agar mit 5,5% NaCl. Laut Bruins et al. [10] wirken Konzentrationen von mehr als 2,5% NaCl auf einige MRSA-Stämme hemmend, daher gelingt die Anzucht bestimmter *S. aureus*-Stämme auf Mannitol-Salz-Agar nicht [64, 79]. Folglich könnten in der Belgrader Studie MRSA-Stämme übersehen worden sein.

Auch in London wurde 2009 eine Untersuchung zur bakteriellen Kontamination von Oberflächen im öffentlichen Bereich durchgeführt.

Dazu wurden Dipslide-Abklatschproben von insgesamt 118 handberührten Oberflächen in Bussen, Zügen, Bahnhöfen, Hotels und in öffentlichen Bereichen eines Krankenhauses im Zentrum von London genommen. Die KBE wurden bestimmt und *S. aureus*-Isolate identifiziert und charakterisiert. Der Median der KBE der Abklatschproben lag bei 12KBE pro cm². Methicillin-sensible *S. aureus* wurden in 8% der Proben gefunden, MRSA konnten nicht detektiert werden.

Auch bei dieser Studie muss eine potenziell unzureichende Methodensensitivität berücksichtigt werden. In den Abklatschproben könnten eventuell auftretende MRSA nicht detektiert werden, da sie von anderen Keimen überwuchert werden. Laut den Autoren könnte möglicherweise auch die verwendete Verdünnung für die Anzucht von MRSA nicht angemessen sein [61].

2009 wurden in Oporto/Portugal mittels Abstrichproben in 26% von 85 untersuchten Bussen MRSA-Kontaminationen an Haltestangen gefunden. Daraus folgerten die Autoren die Notwendigkeit der Verbesserung von Hygienemaßnahmen, da die Busse zwar täglich gereinigt wurden, eine desinfizierende Reinigung aber nur einmal in drei Monaten stattfand [81].

Im Vergleich hierzu waren 23% der untersuchten nicht-qualifizierten Fahrzeuge in Frankfurt MRSA positiv.

5.4 Schlussfolgerung

Ein wesentlicher Beitrag zur Verhinderung der Weiterverbreitung von potenziellen Infektionen ist die Händehygiene [38]. Die vom Bundesgesundheitsministerium unterstützte Aktion „Saubere Hände“ leistet dazu einen wesentlichen Beitrag [8]

Die KRINKO nimmt folgendermaßen Stellung: „Im Vergleich zu belebten Reservoirs (z.B. Haut, Schleimhäute und Wunden), kontaminierten Medizinprodukten und Arzneimitteln ist die Bedeutung der unbelebten Flächen als Quelle nosokomialer Infektionen nachrangig und wissenschaftlich weniger umfangreich untersucht. Da jedoch vereinzelte und ausbruchartige Erregerübertragungen von Flächen publiziert worden sind, müssen diese in der Risikoanalyse berücksichtigt werden. Beim aktuellen Wissensstand dominiert zweifellos die Händehygiene in der Prävention nosokomialer Infektionen [...]“ [13].

Hygienemaßnahmen in Krankenwagen und Rettungswagen dienen dem Schutz vor Infektionen und Erregerübertragungen bei Personal und Patienten. In diesem Kontext scheint die Mitarbeiterhygiene ein wichtiger Aspekt zu sein. Beispielsweise finden sich MRSA-Kontaminationen an der Dienstbekleidung, an Schreibutensilien und im Nasen-Rachen-Raum der Mitarbeiter [26, 78]. Dies sind alles Stellen, die mit den Händen oft in Berührung kommen.

In der vorliegenden Untersuchung wurden als MRE ausschließlich MRSA detektiert. Dabei waren nur Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports betroffen (23% der untersuchten Fahrzeuge). Damit liegt die MRSA-Kontaminationsrate in den nicht-qualifizierten Krankentransporten im Bereich anderer Untersuchungen in verschiedenen Kontexten.

Der qualifizierte Krankentransport in Frankfurt/Main schneidet hinsichtlich einer MRSA-Kontamination dagegen deutlich besser ab, als vergleichbare qualifizierte Transporte in anderen Untersuchungen/Ländern. Aufgrund eines Erlasses des Hessischen Sozialministeriums von 2009 stellt in Frankfurt/Main eine MRE-Besiedelung kein Hindernis für eine Patientenfahrt im nicht-qualifizierten Krankentransport, dar [29]. Bei drohendem Behandlungsbedarf während der Fahrt werden die Patienten mit dem qualifizierten Krankentransport (weiter)befördert. Patienten mit MRE werden nur in Ausnahmefällen, beispielsweise bei einer Beatmungspflichtigkeit, mit dem qualifizierten Krankentransport/Rettungsdienst transportiert. In Frankfurt machen MRE-Transporte weniger als 1% der qualifizierten Fahrten aus. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass MRE-Kontaminationen daher am ehesten in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports zu erwarten sind.

Obwohl hohe Kontaminationsraten im nicht-qualifizierten Krankentransport zu erwarten sind werden dialysepflichtige Patienten in Frankfurt zumeist mit Fahrzeugen aus dem nicht-qualifizierten Bereich transportiert. Die Besiedelungsrate von dialysepflichtigen Patienten mit MRSA ist in Frankfurt geringer, als zum Beispiel im Saarland. Untersuchungen zeigten, dass die Besiedelungsrate von MRSA bei dialysepflichtigen Patienten im Rhein-Main-Gebiet im Vergleich mit anderen Regionen außerordentlich niedrig ist [15, 46]. Das bedeutet, dass das Übertragungsrisiko im nicht-qualifizierten Krankentransport in Frankfurt offenbar gering ist. Gleichwohl zeigen die Ergebnisse der Kontaminationen einen Verbesserungsbedarf in der Hygiene der Krankentransportwagen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Frankfurter Studie legen nahe, auch für den nicht-qualifizierten Krankentransport eindeutige Hygienerichtlinien zu fordern. Das MRE-Netz-Rhein-Main hat für die nicht-qualifizierten Krankentransportunternehmen einen kurzen Hygieneplan erarbeitet. Dieser berücksichtigt die Händehygiene und die Wischdesinfektion der patientennahen Flächen (Gurt, Kopfstütze, Türgriff) nach einem Patiententransport. Derartige Maßnahmen werden beispielsweise auch von Kerwat und Wulf, die den qualifizierten Transport untersuchten, [32] sowie von anderen Autoren [27] empfohlen.

Neuere Untersuchungen zum Thema „Kontaminationsstatus von Krankenwagen nach Transport von MRSA-Patienten“ bestätigen die Notwendigkeit dieser Empfehlungen [9,

16, 20, 57, 74]. Gesetzliche Grundlagen gibt es für den nicht-qualifizierten Krankentransport bisher allerdings nicht (siehe Kap. 1.4).

Eventuelle datenschutzrechtliche Probleme müssen berücksichtigt werden, da dem Fahrpersonal des nicht-qualifizierten Krankentransports nicht mitgeteilt werden darf, dass der Patient mit MRE infiziert ist. Das Personal der nicht-qualifizierten Krankentransporte unterliegt nicht der Schweigepflicht [83]. Daher weiß das Fahrpersonal nicht, wann eine Desinfektion erforderlich ist. Konsequenterweise wurde ein Hygieneplan des MRE-Netz Rhein-Main für die nicht-qualifizierten Transportunternehmen entwickelt. Es erfolgt die Desinfektion nach jeder Patientenfahrt, unabhängig vom Besiedelungsstatus der Patienten.

Das Personenbeförderungsgesetz sieht einen Hygieneplan und Überprüfungen durch das Gesundheitsamt nicht vor. Daher ist die allgemeine Gesellschaft auf die freiwillige Mitarbeit der Unternehmer angewiesen. Wettbewerbsanreize ließen sich über ein Zertifizierungssystem für nicht-qualifizierte Krankentransportunternehmen schaffen, die sich in Hygiene/Desinfektion weiterbilden lassen. Über ein entsprechendes, vom Gesundheitsamt oder MRE-Netzwerk ausgegebenes Prüfzeichen ließe sich die Zertifizierung nach außen darstellen. Dies ermöglicht den Patienten, Krankenhäusern und Leitstellen ein geeignetes Transportunternehmen auszuwählen und zu beauftragen. Die nicht-qualifizierten Krankentransportunternehmen könnten sich selbst dazu verpflichten, ungekündigte Hygieneüberprüfungen der MRE-Netzwerke zuzulassen. Diese zertifizierten Unternehmen könnten dann mit dem Arbeiten nach den verbesserten Hygienerichtlinien/-plänen werben.

Bisher waren solche Maßnahmen jedoch aufgrund des Kostendrucks im nicht-qualifizierten Krankentransport nur schwer möglich. Derzeit gibt es keinen Anreiz für die Unternehmen die zusätzlichen Kosten für die Reinigung zu tragen. Durch die Einführung eines Zertifizierungssystems mit einer unabhängigen Kontrollstelle könnten Unternehmen von solchen Maßnahmen profitieren, da sie dadurch vermehrt von Krankenhäusern, etc. beauftragt würden. Das Personal sollte Einsicht in die Ergebnisse der hygienisch-mikrobiologischen Untersuchungen haben, um auch selbst reflektieren zu können. Dies wurde in der vorliegenden Untersuchung durch ein reges Interesse an den Ergebnissen der Probennahme seitens des Personals bestätigt. In diesem Kontext ist es

wichtig zu verdeutlichen, dass eine verbesserte Hygiene naturgemäß auch das Fahrzeugpersonal vor Infektionen schützt.

Kriterien für die Zertifizierung sollten laut MRE-Netz Rhein-Main die Händehygiene, die Scheuer-Wisch-Desinfektion und die Verwendung von Einmallaken/-tücher sein [53].

Besonders die Gurte weisen hohe Kontaminationsraten auf und sind schwer zu reinigen. Neue Verfahren wie das Fog-It[®]-System arbeiten nach dem Vernebelungsprinzip. Die Anwendung wird als einfach und effektiv beschrieben [14, 87]. Das Verneblergerät wird im Fahrzeug positioniert und bei geöffneten Schubläden verwendet. Die Vernebelung der speziellen, vom VAH (Verbund für Angewandte Hygiene) zugelassenen Desinfektionslösungen läuft im geschlossenen Fahrzeug automatisch ab. Nach einer Einwirkzeit von ca. 20min., teilweise sogar nur einer Minute, sollte das Fahrzeug kurz gelüftet werden. Danach soll das Fahrzeug ohne unerwünschte Ablagerungen (z. B. feuchte Stellen durch das verwendete Mittel) wieder zur Verfügung stehen.

Inwieweit das neue Verfahren des Fog-It[®]-Systems, welches zurzeit intensiv beworben wird und in einigen Einrichtungen eingesetzt wird, eine mögliche Alternative zur Scheuer-/Wischdesinfektion darstellt, kann aufgrund fehlender Untersuchungen derzeit noch nicht abschließend beurteilt werden.

Zusammenfassend ergeben sich aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie folgende Handlungsempfehlungen:

- Einführung einer Hygienenorm/-zertifizierung für nicht-qualifizierte Krankentransportunternehmen
- Reinigung/Desinfektion der patientennahen Kontaktflächen im Wagen
- Bessere Umsetzung der Hygienerichtlinien im qualifizierten Krankentransport

5.5 Limitierung der Arbeit

Die Aussagekraft der Ergebnisse der vorliegenden Studie wird dadurch eingeschränkt, dass durch die begrenzte Zahl der Probennahmeorte nur ein kleiner Teil der Fahrzeugoberfläche untersucht wurde. Dies hat zur Folge, dass möglicherweise nicht alle MRE erfasst wurden. Nach Eibicht et al. ist es aber ausreichend die patientennahen Flächen zu untersuchen [16].

Ferner handelt es sich bei der Untersuchung der 144 Wagen nur um eine kleine Stichprobenzahl.

In Folgeuntersuchungen könnte eine spa-Typisierung der MRSA-Stämme durchgeführt werden [34]. Somit könnte eine Häufung eines bestimmten Typs detektiert werden. Eine genaue Analyse der Subpopulationen der MRSA-Stämme erlaubt eine Nachverfolgung der Verbreitungswege der Stämme.

6 Zusammenfassung

Der Patiententransport wird aktuell von verschiedenen Dienstleistern durchgeführt. Man unterscheidet den qualifizierten Rettungsdienst/Krankentransport vom nicht-qualifizierten Krankentransport, bei denen beispielsweise Liegendtaxis oder Mietwagen zum Einsatz kommen. Während der qualifizierte Krankentransport nach den Rettungsdienstgesetzen der Länder arbeitet und unter Aufsicht des Gesundheitsamts steht, unterliegt der nicht-qualifizierte Krankentransport nur dem Personenbeförderungsgesetz des Bundes, welches keinerlei Hygienevorschriften vorsieht. Vergleichende Studien zur mikrobiellen und/oder Belastung mit Multiresistenten Erregern (MRE), wie Methicillin-resistente-*Staphylococcus aureus* (MRSA), VRE (Vancomycin-resistente Enterokokken) oder ESBL-(Extended-Spectrum-Beta-Laktamase)-Keime, im qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransport liegen bislang nicht vor. Diese Lücke soll mit der vorliegenden Arbeit geschlossen werden. In 74 Wagen des nicht-qualifizierten und 70 Wagen des qualifizierten Krankentransports wurden standardisiert Abstrich- und Abklatschproben von jeweils vier Orten (Gurt, Kopfteil, Tragegriff und Türgriff) genommen und auf die mikrobielle Belastung sowie auf MRE untersucht. Die Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports wiesen eine höhere Belastung mit Mikrokokken an den Gurten, Kopfteilen und Türgriffen auf, als die Fahrzeuge des qualifizierten Krankentransports. Darüber hinaus waren an den Gurten und den Kopfteilen mehr Sporenbildner zu finden als in den Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports. MRSA wurden in den Wagen des qualifizierten Krankentransports nicht gefunden. Dagegen waren 23% der Wagen des nicht-qualifizierten Krankentransports mit MRSA belastet. 14% der Gurte, 7% der Tragegriffe und je 4% der Kopfteile und Türgriffe wiesen eine MRSA-Kontamination auf. VRE oder ESBL-Keime wurden in keinem der untersuchten Fahrzeuge nachgewiesen. Die aufgetretenen Konzentrationen an Mikrokokken und Sporenbildnern lassen nicht zwangsläufig auf ein erhöhtes Infektionsrisiko schließen; jedoch lässt es sich auch nicht ausschließen. Die mikrobielle Belastung weist auf einen Verbesserungsbedarf bei der Reinigung/Desinfektion der Fahrzeuge im nicht-qualifizierten und qualifizierten Krankentransport. Da MRSA nur im nicht-qualifizierten Krankentransport nachgewiesen wurden, sollte über Hygieneempfehlungen in diesem Bereich nachgedacht werden. Eine Verbesserung der Hygiene in nicht-

qualifizierten Krankentransportfahrzeugen wäre mit der Einführung eines Zertifizierungssystems zu erwarten.

Summary

Patient transportation is currently provided by multiple services. A distinction is made between qualified emergency medical services/patient transport and non-qualified patient transport using non-emergency stretcher vans or rental cars. While qualified patient transport is subject to the emergency medical services laws of the individual German federal states and is supervised by the medical authorities, non-qualified patient transportation services are only subject to the German passenger transportation act that does not include any hygienic standards. So far, no comparative studies on the microbial contamination and/or existence of multidrug-resistant organisms such as Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), Vancomycin-resistant Enterococcus (VRE) or Extended-Spectrum Beta-Lactamase (ESBL) have been conducted for qualified and non-qualified patient transportation. The goal of this paper is to close this gap. In 74 vehicles for non-qualified patient transport and in 70 vehicles for qualified patient transport, standardized test samples were taken with bacterial swabs and contact plates in four places (belt, head rest and handle of the stretcher and the door handle). The specimens were analyzed regarding the microbial contamination and the existence of multidrug-resistant bacteria. The vehicles used for non-qualified patient transport showed a higher level of contamination of Micrococci on the belts, the head rests and the door handles than those used for qualified patient transport. Moreover, more spore-forming bacteria were detected than in the vehicles for qualified patient transport. MRSA was not detected in the vehicles for qualified patient transportation. However, 23% of the vehicles used for non-qualified patient transport were contaminated with MRSA. 14% of the stretcher's belts, 7% of the handles, 4% of the head rests and 4% of the door handles were contaminated with MRSA. VRE or ESBL bacteria were not detected in any of the examined vehicles. The detected concentrations of Micrococci and spore-forming bacteria do not necessarily implicate an increased risk of infection but it cannot be excluded either. The microbial contamination indicates the necessity to improve cleaning and/or disinfection measures of the vehicles used for non-qualified and qualified patient transportation. Since MRSA was only detected in the vehicles for non-qualified patient

transport, the development of hygienic standards appears to be necessary. Hygiene in non-qualified patient transport vehicles is expected to improve as soon as a certification system is introduced.

7 Abkürzungsverzeichnis

ARS	Antibiotika Resistenz Surveillance
ATCC	American Type Culture Collection
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V
BOKraft	Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr
BTW	Behindertentransportwagen
CASO	Caseinpepton-Sojamehlpepton
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
ESBL	Extended-Spectrum-Beta-Laktamase
HIV	Humanes Immundefizienz-Virus
KBE	koloniebildende Einheit
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
KTW	Krankentransportwagen
LTHTh	Lecithin, Tween 80, Histidin+ Natrium-Thiosulfat
MRE	Multiresistenter Erreger
MRSA	Methicillin-resistenter- <i>Staphylococcus aureus</i>
NaCl	Natriumchlorid
NQ1/NQ2/NQ3	Fahrzeuge des nicht-qualifizierten Krankentransports (verschiedene Betreiber)
PPefG	Personenbeförderungsgesetz
PEG	Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie e.V.
Q1/Q2/Q3/Q4/Q5	Fahrzeuge des qualifizierten Krankentransport (verschiedene Betreiber)
RKI	Robert-Koch-Institut

RTW	Rettungswagen
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>S. viridans</i>	<i>Streptococcus viridans</i>
TB	Tuberkulose
VAH	Verbund für Angewandte Hygiene e. V.
VRE	Vancomycin-resistente-Enterokokken

8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Repräsentative Ansicht des Interieurs eines Krankentransportwagens des qualifizierten Krankentransports (eigene Quelle)	4
Abb. 2: Repräsentative Ansicht des Interieurs eines Krankentransportwagens des nicht-qualifizierten Krankentransports (eigene Quelle)	6
Abb. 3: Patiententrage: Probeentnahmestellen sind gelb markiert (eigene Quelle).....	13
Abb. 4: Patiententragestuhl: Probeentnahmestellen sind gelb markiert. Quelle: Mit freundlicher Genehmigung der German Ambulance Cars UG und Co. KG.....	13
Abb. 5: Abklatschplatte nach Bebrütung	16
Abb. 6: Abstrichröhrchen nach Bebrütung	16
Abb. 7: Anteil der Abklatschplatten mit mehr als 100 KBE Mikrokokken in Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports	20
Abb. 8: Mikrokokkenbelastung an den verschiedenen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports.....	21
Abb. 9: Sporenbildnerbelastung an den verschiedenen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports.....	22
Abb. 10: Häufigkeit der MRSA-Kontamination an den einzelnen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports	24
Abb. 11: Medianwerte der Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm ² der drei verschiedenen nicht-qualifizierten Krankentransporte.....	26
Abb. 12: Häufigkeit der MRSA-Kontamination (%) an den einzelnen Probeentnahmestellen der untersuchten Unternehmen des nicht-qualifizierten Krankentransports	28
Abb. 13: Mikrokokkenbelastung an den verschiedenen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports	29
Abb. 14: Sporenbildnerbelastung an den verschiedenen Probennahmestellen in den Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports	30

Abb. 15: Medianwerte der Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm² der verschiedenen Probeentnahmestellen des qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransports....36

Abb. 16: Medianwerte der Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm² der verschiedenen Probeentnahmestellen des qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransports....37

Abb. 17: Häufigkeit der MRSA-Kontamination der verschiedenen Probeentnahmestellen des qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransports....38

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Reagenzien und Materialien.....	14
Tabelle 2: Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm ² an verschiedenen Probeentnahmestellen in Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransports.	22
Tabelle 3: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm ² an verschiedenen Probeentnahmestellen in Fahrzeugen des nicht-qualifizierten Krankentransportes.	23
Tabelle 4: Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm ² der drei verschiedenen nicht-qualifizierten Krankentransporte.....	25
Tabelle 5: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm ² der drei verschiedenen nicht-qualifizierten Krankentransporte.....	27
Tabelle 6: MRSA-Kontamination der drei verschiedenen nicht-qualifizierten Krankentransporte	28
Tabelle 7: Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm ² an verschiedenen Probeentnahmestellen in Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports.....	30
Tabelle 8: Sporenbildnerbelastung in KBE/25cm ² an verschiedenen Probeentnahmestellen in Fahrzeugen des qualifizierten Krankentransports.....	31
Tabelle 9: Mikrokokkenbelastung in KBE/25 cm ² der fünf verschiedenen qualifizierten Krankentransporte	32
Tabelle 10: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm ² der fünf verschiedenen qualifizierten Krankentransporte.....	33
Tabelle 11: Mikrokokkenbelastung in KBE/25cm ² des qualifizierten Krankentransports vor und nach Patiententransport	34
Tabelle 12: Sporenbildnerbelastung in KBE/25 cm ² des qualifizierten Krankentransports vor und nach Patiententransport	35

10 Literaturverzeichnis

1. Personenbeförderungsgesetz vom 21. März 1961 (BGBl. I S. 241), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 147 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154)
2. Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr vom 21. Juni 1975 (BGBl. I S.1573), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 8. November 2007 (BGBl. I S. 2569)
3. Alves DW, Bissell RA (2008) Bacterial Pathogens in Ambulances: Results of Unannounced Sample Collection. *Prehosp Emerg Care* 12: 218–224
4. Arbeitskreis "Krankenhaus-& Praxishygiene" der AWMF (2014) Hygienemaßnahmen beim Patiententransport. S1 Leitlinie. *Hyg Med* 39 [3]: 82–86
5. Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (2012) TRBA 500 "Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen". www.baua.de/cae/servlet/contentblob/672878/publicationFile/48584/TRBA-500.pdf (Accessed 23 May 2013)
6. Baum H, Dettenkofer M, Heeg P, Schröppel K, Wendt C (2010) Konsensusempfehlung Baden-Württemberg: Umgang mit Patienten mit hochresistenten Enterobakterien inklusive ESBL-Bildnern. *Hyg Med* 35 [1/2]: 40–45
7. Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (2010) BGR 250/TRBA 250 - Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege. www.bgw-online.de/internet/generator/Inhalt/OnlineInhalt/Medientypen/bgw_vorschriften-regeln/BGR-TRBA250-Biologische-Arbeitsstoffe-im-Gesundheitswesen-und-in-der-Wohlfahrtspflege.property=pdfDownload.pdf (Accessed 23 May 2013)
8. BMG (2013) Institutionen und Maßnahmen - Bundesgesundheitsministerium-Aktion Saubere Hände. www.bmg.bund.de/praevention/krankenhausinfektionen/institutionen-und-massnahmen.html. (Accessed 02 Apr 2013)

9. Brown R, Minnon J, Schneider S, Vaughn J (2010) Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in ambulances in southern Maine. *Prehosp Emerg Care* 14:176–181
10. Bruins MJ, Juffer P, Wolfhagen MJ, Ruijs GJ (2007) Salt Tolerance of Methicillin-Resistant and Methicillin-Susceptible *Staphylococcus aureus*. *J Clin Microbiol* 45:682–683
11. Verordnung zur Anpassung der Meldepflicht nach § 7 des Infektionsschutzgesetzes an die epidemische Lage (Labormeldepflicht-Anpassungsverordnung vom 26. Mai 2009 (BGBl. I S. 1139)
12. Calfee DP, Salgado CD, Classen D, Arias KM, Podgorny K, Anderson DJ, Burstin H, Coffin SE, Dubberke ER, Fraser V, Gerding DN, Griffin FA, Gross P, Kaye KS, Klompas M, Lo E, Marschall J, Mermel LA, Nicolle L, Pegues DA, Perl TM, Saint S, Weinstein RA, Wise R, Yokoe DS (2008) Strategies to Prevent Transmission of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Acute Care Hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol Suppl* 1:62–80
13. Christiansen B, Dettenkofer M, Becker EM, Eikmann T, Exner M, Heeg P, Kramer A, Ruf B, Schwebke I (2004) Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. *Bundesgesundheitsbl* 47:51–61
14. Dahlstrom D (2012) Viren Bakterien und Co. im Nebel stehen lassen: Desinfektion mit einem neuen Verfahren. *Rettungsdienst* 35(8): 90–91
15. Dawson A., Mischler D., Petit C. Klein R, Heudorf U, Herrmann M (2012) Prevalence of Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in end stage renal failure patients in Saarland and Hessen. Suppl 1, DGHM 2012. *Int J Med Microbiol* 302: 87
16. Eibicht S, Vogel U (2011) Meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) contamination of ambulance cars after short term transport of MRSA-colonised patients is restricted to the stretcher. *J Hosp Infect* 2011; 78: 221–225
17. Eisinger JR, Sullivan DK, Carrico RM Lajoie (2009) Infectious behavior: the link between infection training & disease control in the prehospital environment. *JEMS* 34: 58-61, 63

18. Europäisches Komitee für Normung (2010) DIN EN 1789: Rettungsdienstfahrzeuge und deren Ausrüstung -Krankenkraftwagen.
www.lrs-baden.de/uploads/media/Normen_01.pdf (Accessed 12 Jan 2014)
19. Fischer D, Veldman A, Schäfer V, Diefenbach M (2004) Bacterial colonization of patients undergoing international air transport: a prospective epidemiologic study. *J Travel Med* 11:44–48
20. Garza M (2007) MRSA-contaminated ambulance. *JEMS* 32:20–22
21. Gastmeier P, Geffers C (2008) Nosokomiale Infektionen in Deutschland: Wie viele gibt es wirklich? *Dtsch Med Wochenschr* 133:1111–1115
22. Gastmeier P, Schwab F, Meyer E, Geffers C (2012) Exzess-Letalität und -Verweildauer durch Blutstrominfektionen mit multiresistenten Erregern in Deutschland. *Dtsch Med Wochenschr* 137:1689–1692
23. Hessisches Gesetz über den öffentlichen Gesundheitsdienst. HGöGD, (GVBl I vom 28.09.2007 S. 659)
24. Verordnung zur Durchführung des Hessischen Rettungsdienstgesetzes vom 3. Januar 2011, GVBl Nr. 2 vom 20.01.2011 S. 13-35
25. Goltz M (2012) Musterhygieneplan Rettungsdienst Wetteraukreis: rettungsdienst.wetterau.de/fileadmin/Rettungsdienst/Downloads/Hygieneplan_Wetteraukreis.pdf (Accessed 20 Sept 2012)
26. Groß R (2010) Analyse des Hygienestatus und des Personalschutzes im deutschen Rettungsdienst und Krankentransport. Dissertation, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
27. Hayden MK, Bonten MJM, Blom DW, Lyle EA, van de Vijer DA, Weinstein RA (2006) Reduction in Acquisition of Vancomycin-Resistant Enterococcus after Enforcement of Routine Environmental Cleaning Measures. *Clin Infect Dis* 42:1552–1560
28. Hessisches Rettungsdienstgesetz (HRDG) Vom 16. Dezember (GVBl. I 2010, 646-653)
29. Hessisches Ministerium für Arbeit, Familie und Gesundheit (2009) Durchführung des Hessischen Rettungsdienstgesetzes (HRDG); MRE im Rettungsdienst

- und Krankentransport.
www.mre-rhein-main.de/downloads/MRE_im_Rettungsdienst_09-09.pdf
(Accessed 04 Sept 2012)
30. Heuck D, Nassauer A (1999) Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* in Alten- und Pflegeheimen. *Hyg Med* 24:72–80
 31. Heudorf U, Bremer V, Heuck D (2001) MRSA-Besiedelung bei Bewohnern von Alten- und Pflegeheimen sowie bei Patienten einer geriatrischen Rehabilitationsklinik in Frankfurt am Main, 1999. *Gesundheitswesen* 63:447–454
 32. Kerwat K, Wulf H (2012) Krankenhaushygiene - Transport von Patienten mit multiresistenten Erregern. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 47:564–565
 33. Kober P (2000) Mikrobiologische Kontamination und Hygienemaßnahmen in Rettungswagen. *Hyg Med* 25: 296–302
 34. Köck R (2012) MRSA spa-Typisierungen.
www.eursafety.eu/pdf/spa_Typisierungen_EurSafety_2012_2013.pdf
(Accessed 09 Apr 2013)
 35. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (2005) Infektionsprävention in Heimen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut (RKI). *Bundesgesundheitsbl* 48:1061–1080
 36. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (2012) Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) am Robert Koch-Institut (RKI). *Bundesgesundheitsbl* 55:1311–1354
 37. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (1999) Empfehlungen zur Prävention von Methicillinresistenten *Staphylococcus aureus*-Stämmen (MRSA) in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) am Robert Koch-Institut (RKI) *Bundesgesundheitsbl* 42:954–958

38. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (2000) Händehygiene. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) am Robert Koch-Institut (RKI) Bundesgesundheitsbl 43: 230–233
39. Kramer A, Schwebke I, Kampf G (2006) How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. BMC Infect Dis 6:130
40. Kresken M (2007) PEG-Resistenzstudie 2007. Resistenzsituation bei klinisch wichtigen Infektionserregern gegenüber Antibiotika in Deutschland und im mitteleuropäischen Raum
<http://media.econtext.de/v1/stream/16-337/c9f96a352b9085300b185c09105d9c71/1363860367/16/337.econtext> (Accessed 06 Sep 2012)
41. Kresken M (2013) PEG-Resistenzstudie 2010. Resistenzsituation bei klinisch wichtigen Infektionserregern aus dem ambulanten Versorgungsbereich gegenüber Antibiotika. Bericht über die Ergebnisse einer multizentrischen Studie. media.econtext.de/v1/stream/16-340/bb198053c2c6830d3c3a29a25978f7ae/1363860351/16/340.econtext (Accessed 17 Dec 2013)
42. Kresken M (2013) PEG-Resistenzstudie 2010. Epidemiologie und Resistenzsituation bei klinisch wichtigen Infektionserregern aus dem Hospitalbereich gegenüber Antibiotika. Bericht über die Ergebnisse einer multizentrischen Studie. <http://media.econtext.de/v1/stream/16-340/bb198053c2c6830d3c3a29a25978f7ae/1363860351/16/340.econtext> (Accessed 23 May 2013)
43. Kyte L (2011) Deaths involving MRSA: England and Wales, 2006 to 2010: Office for National Statistics/Statistical Bulletin 1–15.
<http://www.ons.gov.uk/ons/rel/subnational-health2/deaths-involving-mrsa/2006-to-2010/statistical-bulletin-download.pdf> (Accessed 04 Sep 2012)
44. Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst Nordrhein-Westfalen (10/06) Umgang mit multiresistenten Erregern (MRSA / VRE) im Krankentransport (Münster),
https://www.krefeld.de/C1257478002C9F84/files/krefelder_standard_anhang_krankentransport_1%C3%B6gd_%202006-

- 10.pdf/\$file/krefelder_standard_anhang_krankentransport_1%C3%B6gd_%202006-10.pdf?OpenElement (Accessed 04 Sept 2012)
45. Layer F, Cuny C, Strommenger B, Werner G, Witte W (2012) Aktuelle Daten und Trends zu Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA). Bundesgesundheitsbl 55:1377–1386
46. Lederer SR, Riedelsdorf G, Schiffh H (2007) Nasal carriage of methicillin resistant *Staphylococcus aureus*: the prevalence, patients at risk and the effect of elimination on outcomes among outclinic haemodialysis patients. Eur J Med Res 12(7):284–288
47. Lemmen SW, Häfner H, Zolldann D, Stanzel S, Lütticken R (2004) Distribution of multi-resistant Gram-negative versus Gram-positive bacteria in the hospital inanimate environment. J Hosp Infect 56:191–197
48. Lledo et al. (2009) Guidance for control of infections with carbapenem-resistant or carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in acute care facilities. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 58:256–260
49. Magistrat der Stadt Frankfurt am Main, Hygieneplan für den Rettungsdienstbereich Frankfurt am Main, Frankfurt am Main 2009
50. Maley M, Neely A (2000) Survival of Enterococci and Staphylococci on Hospital Fabrics and Plastic. J Clin Microbiol 38: 724–726
51. Mattner F, Bange FC, Meyer E, Seifert H, Wichelhaus TA, Caberny IF (2012) Prävention der Ausbreitung von multiresistenten gramnegativen Erregern: Vorschläge eines Experten-Workshops der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie. Dtsch Ärztebl Int 109:39–45
52. Melius (2004) Prevention of occupationally acquired infections in prehospital healthcare workers. Infect Control Hosp Epidemiol 1443–1447
53. MRE Netz Rhein-Main (2013) R D-Plan Mietwagenbetriebe. http://www.mre-rhein-main.de/downloads/krankentransport/RD-Plan_Mietwagenbetriebe.pdf

54. Nassauer A, Mielke M (2010) Infektionsprävention im Krankentransport und Rettungsdienst. Hinweise zur Umsetzung von Hygienestandards. Notfall Rettungsmed 13:483–496
55. Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen (2013) KISS Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System. MRE Auswertung. www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.nrz-hygiene.de%2Fsurveillance%2Fkiss%2Fstations-kiss%2Ferreger%2Farchiv%2F5e94a4a%2F1101%2F1349%2F&ei=icFoVMGYD8rYPbjmgJAO&usg=AFQjCNGEe-S7XhnUay2-5ntu-IK67gRcGA&bvm=bv.79142246,d.ZWU&cad=rja (Accessed 17 Dec 2013)
56. Nigam Y, Cutter J (2003) A preliminary investigation into bacterial contamination of Welsh emergency ambulances. Emerg Med J 20:479–482
57. Noh H, Shin SD, Kim NJ, Ro YS, Oh HS, Joo SI, Kim JI, Ong ME (2011) Risk Stratification-based Surveillance of Bacterial Contamination in Metropolitan Ambulances. J Korean Med Sci 26:124
58. Noll I, Schweickert B, Abu Sin M, Feig M, Claus H, Eckmanns T (2012) Daten zur Antibiotikaresistenzlage in Deutschland. Bundesgesundheitsbl 55:1370–1376
59. Noyce JO, Michels H, Keevil CW (2006) Potential use of copper surfaces to reduce survival of epidemic meticillin-resistant Staphylococcus aureus in the healthcare environment. J Hosp Infect 63:289–297
60. Nußsteiner J (2009) Hygieneplan München - Feuerwehr München, 5. Auflage, Stand : 03.02.2009
61. Otter J, French G (2009) Bacterial contamination on touch surfaces in the public transport system and in public areas of a hospital in London. Lett Appl Microbiol 49:803–805
62. Peters G, Becker K (1996) Epidemiology, Control and Treatment of Methicillin-Resistant. Drugs 52 (Suppl. 2): 50 -54
63. Pfeiffer EH, Wittig JR, Dunkelberg H, Werner HP (1978) Hygienisch-bakteriologische Vergleichsuntersuchungen in 50 Krankenhäusern. Keimzahlen auf Flächen. Zentralbl Bakteriол B 167:11–21

64. Piau C, Jehan J, Leclercq R, Daurel C (2008) Catalase-Negative *Staphylococcus aureus* Strain with Point Mutations in the *katA* Gene.
J Clin Microbiol 46:2060–2061
65. Poguntke P (2006) Liegemietwagen und KTW: Mangelnde Trennschärfe, Tarnen und Täuschen. Rettungsdienst 29:22–27
66. Rago JV, Buhs LK, Makarovaite V, Patel E, Pomeroy M, Yasmine C (2012) Detection and analysis of *Staphylococcus aureus* isolates found in ambulances in the Chicago metropolitan area. Am J Infect Control 40: 201–205
67. Robert Koch-Institut (2011) Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2010, Berlin
68. Robert Koch-Institut (2003) Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. Alte Anlagen der Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. Elsevier, Urban & Fischer, München 2003
69. Robert Koch-Institut (2010) Enterokokken mit Vancomycin-Resistenz in deutschen Krankenhäusern 2008/2009. Epidemiologisches Bulletin(44)
70. Robert Koch-Institut (2013) Eigenschaften, Häufigkeit und Verbreitung von MRSA in Deutschland – Update 2011/2012.
Epidemiologisches Bulletin 21
71. Robert-Koch-Institut (2010) Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2009, Berlin
72. Robert-Koch-Institut (2012) Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2011, Berlin
73. Robert-Koch-Institut (2013) Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2012, Berlin
74. Roline CE, Crumpecker C, Dunn TM (2007) Can Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus* Be Found in an Ambulance Fleet?
Prehosp Emerg Care 11:241–244
75. Ro YS, Shin SD, Noh H, Cho SI (2012) Prevalence of positive carriage of tuberculosis, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, and vancomycin-resistant

- Enterococci in patients transported by ambulance: a single center observational study. *J Prev Med Public Health* 45:174–180
76. Schwaber MJ, Carmeli Y (2007) Mortality and delay in effective therapy associated with extended-spectrum β -lactamase production in Enterobacteriaceae bacteraemia: a systematic review and meta-analysis. *J Antimicrob Chemother* 60:913–920
77. Scott E, Bloomfield SF (1990) The survival and transfer of microbial contamination via cloths, hands and utensils. *J Appl Bacteriol* 68: 271–278
78. Sexton JD, Reynolds KA (2010) Exposure of emergency medical responders to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Am J Infect Control* 38: 368–373
79. Shittu A, Lin J, Morrison D (2007) Molecular identification and characterization of mannitol-negative methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Diagn Microbiol Infect Dis* 57: 93–95
80. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L (2007) Management of multi-drug-resistant organisms in health care settings, 2006. *Am J Infect Control* 35: 165–193
81. Simões RR, Aires-de-Sousa M, Conceição T, Antunes F, da Costa PM, de Lencastre H (2011) High Prevalence of EMRSA-15 in Portuguese Public Buses: A Worrisome Finding. *PLoS ONE* 2011; 6:e17630
82. Stepanović S, Ćirković I, Djukić S, Vuković D, Svabić-Vlahović M (2008) Public transport as a reservoir of methicillin-resistant staphylococci. *Lett Appl Microbiol* 47: 339–341
83. Strafgesetzbuch § 203 Verletzung von Privatgeheimnissen, Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, http://www.gesetze-im-internet.de/stgb/_203.html (Accessed 04 Sept 2012)
84. Tanzer W (2012) Der Infektionseinsatz: Was muss das eingesetzte Personal beachten? *Rettungsdienst* 35:44–46
85. Tolba O, Loughrey A, Goldsmith CE, Millar BC, Rooney PJ, Moore JE (2007) Survival of epidemic strains of nosocomial- and community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* on coins. *Am J Infect Control* 35:342–346

86. van Hal SJ, Jensen SO, Vaska VL, Espedido BA, Paterson DL, Gosbell IB (2012) Predictors of Mortality in *Staphylococcus aureus* Bacteremia. *Clin Microbiol Rev* 25:362–386
87. von Frieling K (2012) Desinfektion über Trockennebel: Ein neues Verfahren im Rettungsdienst. *Rettungsdienst* 35:88–89
88. Wagenvoort JH, Penders RJ (1997) Long-term in-vitro survival of an epidemic MRSA phage-group III-29 strain. *J Hosp Infect* 35:322–325
89. Hota B (2004) Contamination, Disinfection, and Cross-Colonization: Are Hospital Surfaces Reservoirs for Nosocomial Infection? *Clin Infect Dis* 39:1182–1189
90. Werner HP, Wittig JR, Dunkelberg H, Pfeiffer EH (1976) Hygienisch-bakteriologische Vergleichsuntersuchungen in 50 Krankenhäusern. Methode und Ziele der Vergleichsuntersuchungen. *Zentralbl Bakteriol Orig* 161:387–398
91. Wildermuth S, Stahl W, Dirks B (2012) Die Ulmer SEKURE-Studie: Untersuchung der Erregerbelastung im Rettungsdienst – Eine Bestandsaufnahme. *Hyg Med* 37:40-41
92. Wolf M (2009) Nadelstichverletzungen im Rettungsdienst. Studienarbeit, Bergische Universität Wuppertal
93. Woltering R, Hoffmann G, Daniels-Haardt I, Gastmeier P, Charberny IF (2008) MRSA-Prävalenz in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen eines Landkreises. *Dtsch Med Wochenschr* 133:999–1003

11 Anhang

Klinikum der Universität Frankfurt

bioMérieux-Kunde: 1000923
Systemnr.: 3393+2560

Laborbefund

Gedruckt am 27.09.2011 09:13 CEST
Gedruckt von: talartschik

*** Angewandter Alarm ***

Referenznummer: KT160101-1

Arbeitsplatz: 2

Gewählter Keim: Staphylococcus aureus

Kommentare:	AES DETEKTIERTE FUER DIE BETALACTAM-AB DEN PHAENOTYP PBP MODIFIKATION (mecA), DIES ENTSPRICHT MRSA. SEIT DEM 1.7.2009 IST DER NACHWEIS VON MRSA IN BK UND LIQUOR ALS NACHWEIS EINER INFektion MELDEPFLICHTIG GEM. IFSG PAR. 7.

Infos zur Identifizierung			
Gewählter Keim	Staphylococcus aureus		
	Eingegeben:	27.09.2011 08:57 CEST	Von: Download
Meldungen zur Analyse:			

Infos zur Resistenz	Karte: AST-P580		Chargenbez: 360219210		Verfallsdatum: 14.12.2012 12:00 CET
	Beendet: 26.09.2011 23:23 CEST		Status: Fertig		Analysen-Dauer: 8,00 Std.
Antibiotikum	MHK	Interpretation	Antibiotikum	MHK	Interpretation
Cefoxitin-Screen	POS	+	Teicoplanin	<= 0,5	S
Benzylpenicillin	>= 0,5	R	Vancomycin	<= 0,5	S
Oxacillin	>= 4	R	Tetracyclin	<= 1	S
Gentamicin	<= 0,5	S	Tigecycline	<= 0,12	S
Tobramycin	<= 1	S	Fosfomycin	<= 8	S
Levofloxacin	>= 8	R	Nitrofurantoin	<= 16	S
Moxifloxacin	4	*R	Fusidinsäure	<= 0,5	S
Induzierbare Clindamycin Resistenz	NEG	-	Mupirocin	<= 2	S
Erythromycin	>= 8	R	Rifampicin	<= 0,5	S
Clindamycin	>= 8	R	Trimethoprim/Sulfamethoxazol	<= 10	S
Linezolid	2	S			

+= Abgeleitete Antibiotika *= AES modifiziert **= Anwender modifiziert

AES-Befunde:		Letzte Änderung: 10.08.2011 16:27 CEST	Parameterset: Global+Phaenotypisch, D
Zuverlässigkeit-Ebene:	Konsistent		
Phänotyp:	BETA-LAKTAM-ANTIBIOTIKA	PBP MODIFIKATION (mecA)	

Installierte VITEK 2 Systems Version: 05.02

MHK-Interpretationsrichtlinie: GLOBAL 2009 D

Bezeichnung des AES-Parametersets: Global+Phaenotypisch, D

Therapeutische Interpretationsrichtlinie: PHAENOTYPISCH, D

Letzte Änderung der AES-Parameter: 10.08.2011

16:27 CEST

Seite 1 von 1

DE

Biotest HYCON®

Keimindikatoren für Oberflächen

Handelsform

REF	931250020, 931250100	TC
REF	931255020, 931255100	TC-γ
REF	931256020, 931256100	DE-γ
REF	931260020, 931260100	B
REF	931270020, 931270100	C
REF	931280020, 931280100	YM
REF	931284020, 931284100	SDX
REF	931285020, 931285100	SDX-γ
REF	931290020, 931290100	PEN
REF	931295020, 931295100	LAC

Zusammensetzung

Siehe beiliegende Analysenzertifikate (Certificates of Analysis)

Charakteristika

Der Keimindikator zum Nachweis von Keimen auf Oberflächen ist eine versiegelte, mit unterschiedlichen Nährböden beschichtete flexible Trägerfolie. Der Nährboden wird im Abklatschverfahren direkt mit dem zu untersuchenden Gegenstand in Kontakt gebracht. Die Größe der Abklatschoberfläche beträgt 25 cm². Damit ist Biotest AG in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der USP 24 <1116>, die 24-30 cm² vorschlagen.

Bei γ-Bestrahlung zerfällt Histidin in wachstumshemmende Teilschubstanzen. Deshalb enthalten γ-bestrahlte Nährmedien kein Histidin. Bei chlorhaltigen Desinfektionsmitteln kann deshalb eine Beeinträchtigung in der Neutralisierungswirkung nicht ausgeschlossen werden (siehe Newsletter 58 zu quantitativen Angaben).

Bei sofortiger anaerober Bebrütung sind die Nährböden auch zum Nachweis von Anaerobiern wie Clostridien geeignet. Anaerobes Wachstum am optimalsten auf B und DE-γ.

Typ TC (Art.-Nr. 931 250 020, 931 250 100): /**Typ TC-γ (Art.-Nr. 931 255 020, 931 255 100):**

Der Nährboden ist hellgelb und dient zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl. Die Keime wachsen in farblosen, zum Teil pigmentierten Kolonien. Durch den Zusatz von Enthemer werden auch Bakterien von desinfizierten Oberflächen nachgewiesen.

Durch die γ-Bestrahlung beim Typ TC-γ von 16-25 KGray werden Keimzahlen von 10⁶ und mehr abgetötet und die Keimfreiheit des Nährbodens und der Verpackung gewährleistet. Durch Zusatz von Vitaminen und Radikalfängern wird die Schädigung durch die γ-Bestrahlung soweit kompensiert, daß sogar anspruchsvolle Keime gutes Wachstum auf TC-γ zeigen.

Typ DE-γ (Art.-Nr. 931 256 020, 931 256 100):

Der Nährboden DE-γ ist, bedingt durch die γ-Bestrahlung, grün - rötlich und dient zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl. Der Nährboden ist eine Modifikation des Dey und Engley beschriebenen D/E-Agars. Durch die γ-Bestrahlung von 16-25 KGray werden Keimzahlen von 10⁶ und mehr abgetötet und die Keimfreiheit des Nährbodens gewährleistet. Durch die Enthemer Lecithin, Tween 80, Bisulfit, Thiosulfat und Thioglykolat werden auch Bakterien von desinfizierten Oberflächen nachgewiesen. Die reduzierenden Schwefelverbindungen neutralisieren außerdem peroxidhaltige Desinfektionsmittel und peroxidhaltige Oberflächen wie in Isolatoren. DE-γ neutralisiert alkoholische Desinfektionsmittel wie Isopropanol, Aldehyde wie Formaldehyd, Glutaraldehyd, quartäre Ammoniumverbindungen, Phenol, Chlor und chlorabspaltende Verbindungen, Jod, Merthiolat und Peroxide wie H₂O₂ und Peressigsäure. Durch den Zusatz von Vitaminen und Radikalfängern wird die Schädigung durch die γ-Bestrahlung kompensiert.

Typ B (Art.-Nr. 931 260 020, 931 260 100):

Der Nährboden ist rot und dient zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl, wobei durch den Blutzusatz auch anspruchsvolle Erreger erfaßt werden. Die Keime wachsen in farblosen oder pigmentierten Kolonien, teilweise mit Hämolyse (Nicht erhältlich in den USA und Kanada).

Typ C (Art.-Nr. 931 270 020, 931 270 100):

Der Nährboden ist bräunlich-rot und dient zum selektiven Nachweis coliformer Bakterien. Coliforme Bakterien wachsen in roten Kolonien mit trübem Hof; andere Enterobacteriaceen sind farblos.

Typ SDX (Art.-Nr. 931 284 020, 931 284 100): /**Typ SDX-γ (Art.-Nr. 931 285 020, 931 285 100):**

Der Nährboden ist gelblich und dient zur Keimzahlbestimmung von Hefen und Pilzen. Der Nährboden ist eine Modifizierung der Emmons Sabouraud Fungusmedium zur Kultivierung pathogener Pilze mit Antibiotika (Typ SDX) bzw. γ-bestrahlungsresistenten Antibiotika (Typ SDX-γ), welche selektiv das Wachstum von Bakterien unterdrücken. Da keine Hemmsubstanzen zur Unterdrückung des Schwärmens von Pilzen vorhanden sind, ist das Wachstum exzellent, es muss jedoch spätestens am dritten Tag abgelesen werden, wegen des möglichen Überschwärmens einzelner Pilzspezies. Durch den Zusatz von Vitaminen und Radikalfängern wird die Schädigung durch die γ-Bestrahlung kompensiert. Durch die γ-Bestrahlung von 16-25 KGray werden Keimzahlen von 10⁶ und mehr abgetötet und die Keimfreiheit des Nährbodens und der Verpackung gewährleistet. Durch den Zusatz der Enthemer werden auch Hefen und Pilze von desinfizierten Oberflächen nachgewiesen.

Typ YM (Art.-Nr. 931 280 020, 931 280 100):

Der Nährboden ist rosa und dient zur Keimzahlbestimmung von Hefen und Schimmelpilzen. Hefen wachsen rosafarben, Schimmelpilze wollebauschartig. Durch den Zusatz von Chloramphenicol und Streptomycin wird die bakterielle Begleitflora weitgehend gehemmt.

Typ PEN (Art.-Nr. 931 290 020, 931 290 100):

Der Nährboden entspricht von der Zusammensetzung her dem Typ TC. Der Zusatz von Penase inaktiviert Ampicillin, Penicillin und Mezlocillin und ermöglicht die Keimzahlbestimmung bei entsprechenden Herstellern in der Pharmaindustrie.

Typ LAC (Art.-Nr. 931 295 020, 931 295 100):

Der Nährboden entspricht von der Zusammensetzung her dem Typ TC. Der Zusatz von Lactamase inaktiviert Ampicillin, Penicillin, Mezlocillin, Cefazolin und Ceftriaxon und ermöglicht die Keimzahlbestimmung bei entsprechenden Herstellern in der Pharmaindustrie.

Handhabung

Bei der Wirksamkeitskontrolle der Desinfektionsmaßnahmen ist die Einwirkungszeit, Konzentration und Temperatur eines Desinfektionsmittels zu beachten.

1. Siegelrolle ca. 1/3 lösen und Nährbodenträger entnehmen.
2. Mit der beschichteten Seite unter Abbiegen des Trägers den Nährboden auf die zu untersuchende Fläche drücken.
3. Nährbodenträger in die Umhüllung zurückstecken und mit dem Schieber oder einem Klebestreifen verschließen.
4. Mit einem Folienstift die Hülle beschriften.
5. Keimindikator B wird 1 bis 3 Tage bei 36°C bebrütet, alle anderen können auch bei 30°C bis 35°C bebrütet werden. Nur die Keimindikatoren YM, SDX und SDX-γ werden 3 bis 5 Tage bei 20°C bis 25°C bebrütet. Diese Angaben sind in Übereinstimmung mit der USP 24 <1116>.

Auswertung

Das Auszählen der Kolonie-bildenden Einheiten (KBE) nach Inkubation erfolgt bei verschlossenen Kunststoffhüllen mit bloßem Auge.

Gemäß USP 24 <1116> werden die KBE / Keimindikator angegeben.

Entsorgung bewachsener Kulturen

Bewachsene Keimindikatoren müssen nach den jeweiligen nationalen Richtlinien vernichtet werden (z. B. gemäß SeuchRNeuG: Autoklavieren 20 Minuten bei 121°C, Verbrennen).

Aufbewahrung und Haltbarkeit

(*) Die Keimindikatoren sollten lichtgeschützt in der Originalverpackung aufbewahrt werden.

(†) Die Keimindikatoren TC, TC-γ, DE-γ, SDX, SDX-γ, C und YM sollten bei 2°C-25°C, die Keimindikatoren B, PEN und LAC gekühlt bei 2°C-15°C aufbewahrt werden.

(‡) Die Haltbarkeit ist dem Etikett zu entnehmen.

Mögliche Lagerbedingungen:

- Raumtemperatur: Bei 20°-25°C in der Originalverpackung. Unter diesen Umständen können die Streifen sofort eingesetzt werden und müssen nicht an die Sammeltemperatur angeglichen werden.
- Kühlschrank: 2°C - 8°C
- Getränke Kühlschrank: 8°C - 15°C

Entsorgung

Die Keime auf den bewachsenen Contact Slides müssen abgetötet werden. Dies kann entweder durch Autoklavieren, Verbrennen (z. B. gemäß SeuchRNeuG: 20 min, 121 °C) oder durch Eintauchen in ein geeignetes Desinfektionsmittel erfolgen. Gegebenenfalls sind länderspezifische Vorschriften zu beachten.

Wichtige Hinweise

Beim Umgang mit Keimindikatoren für Oberflächen ist auf folgendes zu achten:

1. Vor dem Einsatz ist eine Sichtkontrolle des ungeöffneten Keimindikators auf eventuelle Austrocknung oder Kontamination durchzuführen.
2. Vor und nach Abklatsch die Nährbodenschicht des Keimindikators nicht berühren, um Kontaminationen auszuschließen.
3. Während der Bebrütung die Keimindikatoren mit der Schichtseite nach unten lagern, um Satellitenbildung – bedingt durch Kondenswasser – zu vermeiden.

Weitere Biotest HYCON-Produkte für die Hygiene-Kontrolle

- Biotest-Luftkeimsammler RCS Standard, RCS Plus, RCS High Flow und RCS Isolator zur Bestimmung des Keimgehalts der Luft
- RCS Calibration Software zur leichten und sicheren Kalibrierung der RCS Luftkeimsammler, Sicherung und Dokumentation der Daten
- Druckgasadapter für RCS Biotest-Luftkeimsammler
- Laserpartikelzähler APC Plus und 1cfm APC P3610 zur Bestimmung des Partikelgehaltes der Luft
- Validierung- und Qualifizierungshandbücher
- Weitere Informationen finden Sie auch auf unserer Homepage <http://www.biotest.de>



Biotest, Landsteinerstr. 5, D-63303 Dreieich,
Germany, www.biotest.de, mail@biotest.de
Tel.: +49-6103-801-0, Fax: +49-6103-801-140

heipha Dr. Müller GmbH
P.O. Box 1253
D-69209 Eppelheim, Germany

heipha Dr. Müller GmbH



Certificate of Analysis / Analysenzertifikat

Endo Agar / Endo-Agar

Ref. / Art. M: 146079; h: 117e
Prod. Date / Herstellungsdatum: 2012-02-08

Lot No. / Chargen-Nr.: 110505
Expiry Date / Haltbarkeitsdatum: 2012-04-08
Storage / Lagerung: 4...12°C

Typical Composition per l
Meat Peptone 13 g Na-Sulfite 4 g
Lactose 10 g Basic Fuchsin 0.3 g
K2-Phosphate 3.5 g Agar 20 g

Typische Zusammensetzung pro l
Fleischpepton 13 g Na-sulfit 4 g
Laktose 10 g Fuchsin 0.3 g
K2-phosphat 3.5 g Agar 20 g

This medium can be adjusted and / or supplemented according to the performance criteria required.

Das Medium kann auf die geforderten Testkriterien abgestimmt und / oder supplementiert sein.

	Expected Results / Soll	Results / Ist
Appearance / Aussehen	clear, pink / klar, rosa	conform / entspricht
pH / pH	7.5 ± 0.2	7.6
Filling Vol./Abfüllvol.	18 ml	conform / entspricht

Growth Promotion Test / Wachstumsprüfung

Microorganisms (10 - 100 cfu) Teststämme (10 - 100 KBE)	Conditions Bedingungen	Specification Spezifikation	Result Ergebnis
Escherichia coli ATCC 25922	1d 36 ± 1°C *	good growth gutes Wachst.	conform entspricht
Salmonella Typhimurium ATCC 14028	1d 36 ± 1°C **	good growth gutes Wachst.	conform entspricht
Shigella flexneri ATCC 25929	1d 36 ± 1°C **	good growth gutes Wachst.	conform entspricht
Microorganisms (10 000 - 100 000 cfu) / Teststämme (10 000 - 100 000 KBE)			
Enterococcus faecalis ATCC 29212	1d 36 ± 1°C	inhibited gehemmt	conform entspricht
Staphylococcus epidermidis ATCC 12228	1d 36 ± 1°C	inhibited gehemmt	conform entspricht

* red colonies with metallic sheen / rote Kolonien mit metallischem Glanz
** colourless colonies / farblose Kolonien

Sterility control ≥72h 32.5 ± 2.5 °C: according to specifications /
Sterilkontrolle ≥72h 32,5 ± 2,5 °C: entspricht der Spezifikation

Date / Datum 2012-02-20 signed / gezeichnet Dr. Anja Rüger
Head of QC / Leitung QK

This document has been established electronically and is valid without signature.
Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

page 1 of 1
Seite 1 von 1

heipha Dr. Müller GmbH
Lilienthalstr. 16
69214 Eppelheim

Tel.: (0 62 21) 7 59 01-0
Fax: (0 62 21) 7 59 01-9 90
e-mail: info@heipha.de

Geschäftsführer: Dr. Roland Heinrich
Dr. Hans-Joachim Neumann
Handelsregister: HRB 331723 Mannheim

Deutsche Bank AG
020 202 800 (BLZ 508 700 05)
IBAN: DE02508700050020202800

heipha Dr. Müller GmbH
Lilienthalstr. 16
69214 Eppelheim

Tel.: (0 62 21) 7 59 01-0
Fax: (0 62 21) 7 59 01-9 90
e-mail: info@heipha.de
www.heipha.de

Geschäftsführer: Dr. Roland Heinrich
Dr. Hans-Joachim Neumann
Handelsregister: HRB 331723 Mannheim
USt-IdNr.: DE 143 445 153

Deutsche Bank AG
020 202 800 (BLZ 508 700 05)
IBAN: DE02508700050020202800
BIC (SWIFT-Code): DEUTDEFF508

heipha Dr. Müller GmbH

P.O. Box 1253

D-69209 Eppelheim, Germany

Certificate of Analysis /
Analysenzertifikat

Columbia Blood Agar / Columbia-Blutagar

Ref. / Art. M: 146030; h: 109e0100

Prod. Date / Herstellungsdatum: 2012-01-20

Lot No. / Chargen-Nr.: 108246

Expiry Date / Haltbarkeitsdatum: 2012-04-19

Storage / Lagerung: 2 - 12 °C

Typical Composition per l

Special Peptone 23 g Sheep Blood 50 ml
Starch 1 g Agar 14 g
NaCl 5 g

Typische Zusammensetzung pro l

Spezialpepton 23 g Schafblut 50 ml
Stärke 1 g Agar 14 g
NaCl 5 g

This medium can be adjusted and / or supplemented according to the performance criteria required.

Das Medium kann auf die geforderten Testkriterien abgestimmt und / oder supplementiert sein.

	Expected Results / Soll	Conformity / Konformität
Appearance / Aussehen	blood red, without flow marks blutrot, ohne Schlieren	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein
pH / pH	7.3 ± 0.2	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein
Filling Volume / Füllvolumen	22 ml	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein

Growth Promotion Test / Wachstumsprüfung

Microorganisms (app. 100 cfu) / Teststämme (ca. 100 KBE)	Conditions / Bedingungen	Specification / Spezifikation	Conformity / Konformität
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	1 d 36 ± 1 °C	good growth / gutes Wachstum	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	1 d 36 ± 1 °C	good growth / gutes Wachstum	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein
<i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 33400	1 d 36 ± 1 °C *	good growth / gutes Wachstum	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein
<i>Streptococcus pyogenes</i> ATCC 12344	1 d 36 ± 1 °C	good growth / gutes Wachstum	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 19433	1 d 36 ± 1 °C	good growth / gutes Wachstum	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein
<i>Clostridium sporogenes</i> ATCC 19404	1 d 36 ± 1 °C **	good growth / gutes Wachstum	<input checked="" type="checkbox"/> yes / ja <input type="checkbox"/> no / nein

* microaerobic / mikroaerob ** anaerobic / anaerob

Sterility control ≥ 72 h 32.5 ± 2.5 °C: conform to the specifications

Sterilitätskontrolle ≥ 72 h 32.5 ± 2.5 °C: entspricht der Spezifikation

Batch release by Liofilchem / Chargenfreigabe durch Liofilchem	
<input checked="" type="checkbox"/> approved / freigegeben	<input type="checkbox"/> not approved / nicht freigegeben
Date / Datum	20/1/12
Signature / Unterschrift	Quality Control Manager (Dr. ssà S. Scapellato)



Liofilchem s. r. l. Via Scozia, Zona Industriale, 64026 Roseto degli Abruzzi (TE) Italy
CoA 109e0100-L4-1011

heipha Dr. Müller GmbH
Lilienthalstr. 16
69214 Eppelheim

Tel.: (0 62 21) 7 59 01-0
Fax: (0 62 21) 7 59 01-9 90
e-mail: info@heipha.de
www.heipha.de

Geschäftsführer: Dr. Roland Heinrich
Dr. Hans-Joachim Neumann
Handelsregister: HRB 331723 Mannheim
USt-IdNr.: DE 143 445 153

Deutsche Bank AG
020 202 800 (BLZ 508 700 05)
IBAN: DE02508700050020202800
BIC (SWIFT-Code): DEUTDEFF508

BD BBL™ Prepared Plated Medium for Detection of Enterococci Resistant to Vancomycin Enterococcosel™ Agar with Vancomycin, 8 µg/mL

Polykny vám poskytnie miestni zástupce spoločnosti BD. / Kontakt den lokale BD representant for at få instruktioner. / Kasutusjuhiste suhtes kontakteeruge oma kohaliku BD esindajaga. / Επικοινωνήστε με τον τοπικό αντιπρόσωπο της BD για οδηγίες. / A használati utasítást kérje a BD helyi képviselőjétől. / Naudojimo instrukcijų teiraukitės vietos BD įgaliotojo atstovo. / Kontakt din lokale BD-representant for mer informasjon. / Aby uzyskać instrukcje użytkowania, skontaktuj się z lokalnym przedstawicielem BD. / Contacte o seu representante local da BD para obter instruções. / Instrukcie získate u miestneho zástupcu spoločnosti BD. / Kontakta lokal Becton Dickinson-representant för anvisningar. / Свяжитесь с местным представителем на BD за инструкциями. / Contactați reprezentantul dumneavoastră local BD pentru instrucțiuni. / Talimatlar için yerel BD temsilcilerinize danışın. / Obratite se svom lokalnom predstavniku kompanije BD za uputstva. / Для получения инструкций свяжитесь с местным представителем компании BD. / Əlaqəni öz yerli nüsxə alyңыз. / Kontaktiraj lokalnog predstavnika BD za upute.



8816271JAA
2011/01

INTENDED USE

Enterococcosel™ Agar with Vancomycin, 8 µg/mL, is used for primary screening of asymptomatic gastrointestinal carriage of vancomycin-resistant enterococci (VRE).¹

SUMMARY AND EXPLANATION

Enterococci are known to cause a wide variety of infections. Most commonly they infect the urinary tract, abdomen, bloodstream, endocardium, biliary tract, burn wounds and in-dwelling catheters.² *Enterococcus faecalis* causes 80 to 90% of infections, while *E. faecium* causes the remainder.³ Today the enterococci are the fourth leading cause of nosocomial infection and the third leading cause of bacteremia in the United States.⁴ The case/fatality rates for enterococcal bacteria range from 12 to 68% with death due to sepsis in 4 to 50% of the cases.⁵ Because the potential exists for vancomycin resistant genes to be transferred to other gram-positive organisms and because the treatment options for VRE infections are limited, the CDC issued infection control guidelines for hospitals and long-term care facilities.⁶ Guidelines include stool and rectal swab culture surveys of asymptomatic patients who may be carrying VRE.

PRINCIPLES OF THE PROCEDURE

Enterococcosel Agar, a modified esculin bile agar, is used for the rapid, selective detection and enumeration of fecal streptococci (group D).

Group D streptococci, including enterococci, hydrolyze the glucoside esculin to esculentin and dextrose. Esculetin reacts with an iron salt to form a dark brown or black complex.⁷ Ferric citrate is incorporated into the medium as an indicator of esculin hydrolysis and resulting esculentin formation. Oxgall is used to inhibit gram-positive bacteria other than enterococci. Sodium azide is inhibitory for gram-negative organisms.

Vancomycin at 8 µg/mL is used to detect resistance to vancomycin.¹

REAGENTS

Enterococcosel™ Agar with Vancomycin, 8 µg/mL

Approximate Formula* Per Liter Purified Water

Pancreatic Digest of Casein	17.0 g
Peptic Digest of Animal Tissue	3.0 g
Yeast Extract	5.0 g
Oxgall	10.0 g
Sodium Chloride	5.0 g
Esculin	1.0 g
Ferric Ammonium Citrate	0.5 g
Sodium Azide	0.25 g
Sodium Citrate	1.0 g
Agar	13.5 g
Vancomycin	8.0 mg

*Adjusted and/or supplemented as required to meet performance criteria.

Warnings and Precautions:

For *in vitro* Diagnostic Use.

If excessive moisture is observed, invert the bottom over an off-set lid and allow to air dry in order to prevent formation of a seal between the top and bottom of the plate during incubation.

Pathogenic microorganisms, including hepatitis viruses and Human Immunodeficiency Virus, may be present in clinical specimens. "Standard Precautions"⁸⁻¹¹ and institutional guidelines should be followed in handling all items contaminated with blood and other body fluids. Prior to discarding, sterilize prepared plates, specimen containers and other contaminated materials by autoclaving.

Sodium azide may react with lead or copper plumbing to produce metal azides which are explosive by contact detonation. To prevent sodium azide accumulation in plumbing, flush with copious amounts of water immediately after waste disposal.

Storage Instructions: On receipt, store plates in the dark at 2 to 8°C. Avoid freezing and overheating. Do not open until ready to use. Minimize exposure to light. Prepared plates stored in their original sleeve wrapping at 2 to 8°C until just prior to use may be inoculated up to the expiration date and incubated for recommended incubation times. Allow the medium to warm to room temperature before inoculation.

Product Deterioration: Do not use plates if they show evidence of microbial contamination, discoloration, drying, cracking or other signs of deterioration.

SPECIMEN COLLECTION AND HANDLING

Refer to appropriate texts for details of specimen collection and handling procedures.^{1,12,13}

PROCEDURE

Material Provided: Enterococcosel™ Agar with Vancomycin, 8 µg/mL

Materials Required But Not Provided: Ancillary culture media, reagents, quality control organisms and laboratory equipment as required for this procedure.

Test Procedure: Observe aseptic techniques. Inoculate the medium as soon as possible after the specimen arrives at the laboratory. Allow the contents of a rectal swab (or a cotton-tipped swab sample from a stool specimen) to elute in 1 mL Trypticase™ Soy Broth.¹ Using a new swab, absorb eluent, rotate swab firmly several times against the upper inside wall of the tube to express excess fluid, roll the swab over a small area of the surface at the edge of the plate and streak from this inoculated area.

Incubate the plates in an inverted position (agar-side up) for 24 to 48 h at 35 ± 2°C in an aerobic atmosphere.

User Quality Control

1. Examine plates for signs of deterioration.
2. Check performance by inoculating a representative sample of plates with pure cultures of stable control organisms that give known, desired reactions. The following test strains are recommended:

TEST STRAIN	EXPECTED RESULT
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC™ 51299 (vancomycin-resistant strain)	Moderate to heavy growth; colonies translucent with brownish-black to black halos
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 (vancomycin-sensitive strain)	Inhibition (partial to complete)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Inhibition (partial to complete), colorless colonies
<i>Streptococcus pyogenes</i> ATCC 19615	Inhibition (partial to complete)

Quality control requirements must be performed in accordance with applicable local, state and/or federal regulations or accreditation requirements and your laboratory's standard Quality Control procedures. It is recommended that the user refer to pertinent NCCLS guidance and CLIA regulations for appropriate Quality Control practices.

RESULTS

Examine plates after 24 and 48 h for the presence of translucent to light gray, pinpoint colonies exhibiting black halos (discoloration of the agar) in areas of heavy growth. Perform a Gram stain, catalase test and PYR test. Gram-positive cocci which are either catalase negative or weakly positive and PYR positive may be presumptively identified as VRE pending confirmatory tests.¹

LIMITATIONS OF THE PROCEDURE

This product provides a screening method for detecting vancomycin resistance. Occasionally, enterococcal isolates with borderline antimicrobial susceptibility MICs may show growth. Any *Enterococcus* isolate that grows on this medium should be tested quantitatively by broth dilution to confirm vancomycin resistance.

The determination of the phenotypic type of resistance to vancomycin (VanA, VanB, or VanC) is recommended in order to optimize infection control measures.^{5,14}

PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Twenty-four (24) *Enterococcus* isolates were tested in-house. Eleven (11) isolates were *E. faecalis*, of which five were vancomycin sensitive (5S) and six were vancomycin resistant (6R). Thirteen (13) were *E. faecium*, of which seven were vancomycin sensitive (7S) and six were vancomycin resistant (6R). Phenotypic characterization included the use of agar and/or broth dilution to establish vancomycin MICs.

Pure culture suspensions were prepared in BBL™ Trypticase™ Soy Broth and adjusted to a concentration of 10⁶ CFU (colony-forming units)/mL. Plates of BBL Enterococcosel Agar with Vancomycin, 8 µg/mL, and BBL Trypticase Soy Agar with 5% Sheep Blood (TSA II), were streaked with 10 µL of each suspension, incubated for 24 and 48 h, and read for growth and reactions. One hundred percent (100%) correlation was seen between test results and expected results for all 24 *Enterococcus* strains tested. The 12 vancomycin sensitive strains were completely inhibited, and the 12 vancomycin resistant strains grew well. All strains grew well on the TSA II.

AVAILABILITY

Cat. No.	Description
292234	BBL™ Enterococcosel™ Agar with Vancomycin, 8 µg/mL, Pkg. of 10 plates

REFERENCES

1. Barton, A.L., and G.V. Doern. 1995. Selective media for detecting gastrointestinal carriage of vancomycin-resistant enterococci. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* 23:119-122.
2. Jett, B.D., M.M. Huycke, and M.S. Gilmore. 1994. Virulence of enterococci. *Clin. Microbiol. Rev.* 7:462-478.
3. Moellering, R.C., Jr. 1992. Emergence of *Enterococcus* as a significant pathogen. *Clin. Infect. Dis.* 14:1173-1178.
4. Emori, T.G., and R.P. Gaynes. 1993. An overview of nosocomial infections, including the role of the microbiology laboratory. *Clin. Microbiol. Rev.* 6:428-442.
5. Landry, S.L., D.L. Kaiser, and R.P. Wenzel. 1989. Hospital stay and mortality attributed to nosocomial enterococcal bacteremia: a controlled study. *Am. J. Infect. Control* 17:323-329.
6. Subcommittee on Prevention and Control of Antimicrobial-Resistant Microorganisms in Hospitals. 1994. Preventing the spread of vancomycin resistance: a report from the hospital infection control practices advisory committee. *Fed. Regist.* 59:25758-25763.
7. MacFaddin, J.E. 1980. *Biochemical tests for identification of medical bacteria*, 2nd ed. Williams & Wilkins, Baltimore.
8. National Committee for Clinical Laboratory Standards. 2001. Approved Guideline M29-A2. Protection of laboratory workers from occupationally acquired infections, 2nd ed. NCCLS, Wayne, Pa.
9. Garner, J.S. 1996. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee, U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention. Guideline for isolation precautions in hospitals. *Infect. Control Hospital Epidemiol.* 17:53-80.
10. U.S. Department of Health and Human Services. 1999. Biosafety in microbiological laboratories, HHS Publication (CDC), 4th ed. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
11. Directive 2000/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on the protection of workers from risks related to exposure to biological agents at work (seventh individual directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC). *Official Journal L262*, 17/10/2000, p. 0021-0045.
12. Murray, P.R., E.J. Baron, M.A. Pfaller, F.C. Tenover, and R.H. Tenover (ed.). 1995. *Manual of clinical microbiology*, 6th ed. American Society for Microbiology, Washington, D.C.
13. Isenberg, H.D., F.D. Schoenkecht, and A. von Graevenitz. 1979. Cumitech 9. Collection and processing of bacteriological specimens. Coordinating ed., S.J. Rubin. American Society for Microbiology, Washington, D.C.
14. Woodford, N., A.P. Johnson, D. Morrison, and D.C.E. Speller. 1995. Current perspectives on glycopeptide resistance. *Clin. Microbiol. Rev.* 8:585-615.



Certificate of Analysis

- **Product group:** HYCON®

Product:	Contact Slide B	REF	144020
Typical Application:	Contact slides for the determination of fastidious microorganisms on surfaces. (931260)	LOT	5206001
			2012-05-21
Storage Temp.:			2 - 15°C
Manufacturing Date:			2012-02-06

- **Specifications:**

Formulation:	Peptone	23.0 g
	Sodium Chloride	5.0 g
	Starch	1.5 g
	Agar-Agar	10.0 g
	Sheep-Blood	50.0 ml
The typical composition (which may include supplements) is per liter of distilled water:		
pH Value:	7.3 ± 0.2	

- **Information, Instructions and Safety:**

- For further information, instructions and safety data refer to the package insert and safety data sheet.

- **Analysis Results, Quality Control:**

- The product lot was released according to internal SOP-MB:PM-043. Media and reference strips were inoculated with 10 to 100 viable microorganisms of the following challenge organisms (Incubation temperature: bacteria 32.5 ± 2.5 °C for 24 to 48 hours, yeasts and molds 22.5 ± 2.5 °C for 72 hours):

Performance test:		Conformity	Recovery		Reference Range
			CFU (Test / Ref)	= Test Result	
	<i>Staphylococcus aureus</i> , ATCC 6538	x	59 / 41	= 144 %	50-200 %
	<i>Enterococcus faecalis</i> , DSM 20060	x	40 / 49	= 82 %	50-200 %
	<i>Streptococcus pneumoniae</i> , ATCC 9163	x	19 / 21	= 90 %	50-200 %
	<i>Clostridium perfringens</i> , ATCC 13124	x	27 / 21	= 129 %	50-200 %
	<i>Bacteroides fragilis</i> , ATCC 25285	x	58 / 40	= 145 %	50-200 %
	<i>Bacteroides vulgatus</i> , ATCC 8482	x	70 / 74	= 95 %	50-200 %
	<i>Clostridium sporogenes</i> , ATCC 11437	x	45 / 62	= 73 %	50-200 %
Sterility test:	Samples of this material were found to be sterile after seven days of incubation at 22.5 ± 2.5 °C and 32.5 ± 2.5 °C.				
pH Value:	7,2				

- **Regulation:**

- DIN EN ISO 9001, EP and USP
- Manufacturing conditions according to GMP

This document has been electronically produced and is valid without signature

Merck KGaA
Frankfurterstrasse 250
64293 Darmstadt/Germany
Phone +49 6151 72-0

Document-No.: MBZEM-144020- 5206001
valid from: 2011-08-01

12 Publikationsverzeichnis

Fachbeitrag

- Mikrobielle Belastung und multiresistente Erreger im qualifizierten und nicht-qualifizierten Krankentransport, Hyg Med 2013; 38 [1/2]: 23–29

Vorträge

- 11. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. (DGKH) 2012 in Berlin: Vortrag „Keimbelastung und MRE im Krankentransport-Erste Zwischenauswertung nicht-qualifizierter Krankentransport inkl. Taxi“
- 6. Jahrestagung der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP) 2012 in Freiburg: Vortrag „Keimbelastung und MRE im Krankentransport – nicht-qualifiziert und qualifiziert“

Abstracts:

- Keimbelastung und MRE im nicht-qualifizierten und qualifizierten Krankentransport
Georg-Oliver Erk, Christian Brandt, Ursel Heudorf
Umweltmedizin in Forschung und Praxis 17 (5) 2012
- Keimbelastung und MRE im Krankentransport - Erste Zwischenauswertung nicht-qualifizierter Krankentransport inkl. Taxi
G. O. Erk, C. Brandt, U. Heudorf
Hygiene und Medizin 2012; Supplement: DGKH-Kongress 2012

13 Erklärung zur Dissertation

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Unterschrift

14 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meiner Doktormutter Prof. Dr. Ursel Heudorf, Amt für Gesundheit-Infektiologie und Hygiene in Frankfurt am Main, für die Überlassung des Dissertationsthemas und die hilfreiche Unterstützung für eine zügige Durchführung der Arbeit.

Ferner bedanke ich mich bei Herrn PD Dr. Christian Brandt, Leiter des Bereichs Krankenhaushygiene der Uniklinik Frankfurt am Main, für die Unterstützung der Probenauswertungen.

Bei Frau Margot Betz-Bamberg (MTA) bedanke ich mich für die Auswertungen der Abstrich- und Abklatschproben.

Dank aussprechen möchte ich auch insbesondere den Unternehmen und Hilfsorganisationen, die sich freiwillig und spontan für meine Untersuchungen über einen längeren Zeitraum zur Verfügung gestellt haben.

Dankbar bin ich außerdem dem medizinischen Fachbereich der Justus Liebig Universität Gießen.